



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

**“APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE  
TELECOMUNICACIONES PARA LA GESTIÓN Y EL  
CONTROL DE SERVICIOS URBANOS”**

Alumno: Marta Conte Sorribas.

Tutor: Ignacio R. Matías Maestro.

Pamplona, 05 de Septiembre de 2012.







## *Agradecimientos*

*Me gustaría que estas líneas sirvan para expresar mi agradecimiento a todas las personas que con su ayuda han colaborado y han hecho posible este proyecto.*

*En especial a mis tutores, Carlos Fernández Valdivielso por la dirección de este trabajo. Por la orientación, el seguimiento y la supervisión, dispuesto a ayudarme cuando lo he necesitado.*

*Ignacio R. Matías Maestro, por colaborar en la realización del final del proyecto y presentación con gran interés e irrumpiendo su quehacer diario.*

*Y cómo no, mi agradecimiento especial a Igor y Natalia por su ayuda y comprensión.*

*Sin todos ellos no habría sido posible. Muchas gracias.*

*Marta Conte Sorribas.*



|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÍNDICE</b>  | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>6</b>  |
| <b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES</b>                            | <b>9</b>  |
| <b>SERVICIOS DE UNA SMART CITY</b>                             | <b>37</b> |
| <b>ESTUDIO DEL BARRIO Y DE LAS FUNCIONALIDADES A IMPLANTAR</b> | <b>55</b> |
| <b>ESTUDIO DE PROYECTOS REALIZADOS</b>                         | <b>60</b> |
| <b>ESTUDIO SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO</b>                   | <b>67</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>90</b> |
| <b>ANEXO</b>   | <b>92</b> |



| ÍNDICE   | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 7      |
| 1.1 Objetivos del proyecto.....  | 8      |
| 2. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....   | 9      |
| 2.1 Fundamentos sobre el futuro de las ciudades y conceptos como Smart Places, Smart City o Smart Grid y redes de telegestión..... | 9      |
| 2.1.1 Smart Places o Territorios Inteligentes.....   | 9      |
| 2.1.1.1 Características.....   | 10     |
| 2.1.2 Concepto de Smart City.....  | 11     |
| 2.1.2.1 Definición.....  | 11     |
| 2.1.2.2 Smart City: Un sistema de sistemas.....  | 12     |
| 2.1.2.3 Visión integrada.....  | 12     |
| 2.1.2.4 Servicios de una Smart City.....   | 13     |
| Energía.....   | 13     |
| Medioambiente.....   | 13     |
| Tecnología e innovación.....   | 13     |
| Ciudad colaboradora y sociedad inteligente.....  | 14     |
| Planeamiento urbano y construcción.....  | 14     |
| Movilidad.....   | 15     |
| Gobierno y economía.....   | 15     |
| Gestión de las emergencias.....  | 16     |
| Smart Geo.....   | 16     |
| 2.1.2.5 Proyectos Smart City.....  | 17     |
| 2.1.3 Tecnologías para la Smart City.....  | 20     |
| 2.1.3.1 Red de sensores.....   | 20     |
| 2.1.3.2 TAGS RFID.....   | 20     |
| 2.1.3.3 Internet de las cosas (IoT).....   | 21     |
| 2.1.3.4 Cloud computing.....   | 21     |
| 2.1.4 Concepto de Smart Grid.....  | 22     |
| 2.1.4.1 Definición.....  | 22     |
| 2.1.4.2 Objetivos.....   | 22     |
| 2.1.4.3 Agentes involucrados.....  | 24     |
| 2.1.4.4 Obstáculos.....  | 24     |
| 2.1.5 Concepto Smart Building.....   | 25     |
| 2.1.5.1 La integración de las energías renovables.....   | 25     |
| 2.1.5.2 Agentes involucrados.....  | 25     |
| 2.1.5.3 Edificios inteligentes.....  | 25     |
| 2.1.5.4 Funcionalidades.....   | 26     |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 2.2       | Alumbrado inteligente e integración de tecnologías urbanas eficientes para la Smart City..... | 27        |
| 2.2.1     | Introducción.....   | 27        |
| 2.2.1.1   | ¿Qué es telegestión?.....   | 27        |
| 2.2.1.2   | Ventajas de un sistema de telegestión .....   | 28        |
| 2.2.2     | Elementos necesarios en un sistema de telegestión .....                                       | 30        |
| 2.2.2.1   | Descripción de la red de control .....  | 30        |
| 2.2.2.1.1 | Arquitectura .....  | 30        |
| 2.2.2.1.2 | Componentes .....   | 31        |
|           | Puntos de luz .....   | 31        |
|           | Lámparas .....  | 31        |
|           | Filtros.....  | 32        |
|           | Balastos electrónicos o drivers para LEDs .....   | 32        |
|           | Controladores o nodos inteligentes .....  | 32        |
|           | Armario central .....   | 32        |
|           | Router WIFI .....   | 32        |
|           | Router Repetidor y Nodo de control de<br>entradas/salidas.....                                | 32        |
|           | Sensores .....  | 32        |
|           | Centro de Control.....  | 32        |
|           | Ordenadores .....   | 32        |
|           | Software de telegestión .....   | 32        |
|           | Sistema de alimentación ininterrumpida .....  | 32        |
|           | Router ADSL .....   | 33        |
| 2.2.3     | Por qué LEDs .....  | 33        |
| 2.3       | Tecnología LonWorks.....  | 34        |
| 2.3.1     | Principales características .....   | 34        |
| 2.3.2     | Principales componentes .....   | 35        |
| 2.3.3     | Variables de red .....  | 36        |
| 2.3.4     | Asociaciones .....  | 36        |
| 3.        | <b>SERVICIOS DE UNA SMART CITY.....</b>   | <b>37</b> |
| 3.1       | Estudio de las funcionalidades de una ciudad.....   | 38        |
| 3.1.1     | Funcionalidades técnicas.....   | 39        |
| 3.1.1.1   | Eficiencia energética y Medioambiente.....  | 39        |
| 3.1.1.2   | Seguridad.....  | 41        |
| 3.1.1.3   | Movilidad urbana.....   | 42        |
| 3.1.1.4   | Recogida y tratamiento de residuos urbanos.....   | 42        |
| 3.1.1.5   | Telecomunicaciones.....   | 46        |
| 3.1.2     | Funcionalidades sociales.....   | 48        |
| 3.1.2.1   | Paneles informativos.....   | 48        |
| 3.1.2.2   | Gestión médica.....   | 48        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.1.2.3   | Comunidad de vecinos, ocio y tiempo libre.....  | 52        |
| 3.1.2.4   | Centros para personas mayores.....  | 52        |
| 3.1.2.5   | Sistemas de altavoces-sonidos.....  | 52        |
| 3.1.2.6   | Sistemas de ayuda a discapacitados y ciegos.....  | 52        |
| 3.1.2.7   | Gobierno y ciudadanía.....  | 53        |
| 3.1.2.8   | Educación, capital humano y cultura.....  | 54        |
| <b>4.</b> | <b>ESTUDIO DEL BARRIO Y DE LAS FUNCIONALIDADES QUE SE LE VAN A IMPLANTAR.....</b>   | <b>55</b> |
| 4.1       | Características de la urbanización: Entremutilvas.....  | 56        |
| 4.2       | Situación y emplazamiento.....  | 57        |
| 4.3       | Descripción de la zona.....   | 57        |
| 4.4       | Funcionalidades a implantar.....  | 58        |
| <b>5.</b> | <b>ESTUDIO DE PROYECTOS EXISTENTES .....</b>  | <b>60</b> |
| 5.1       | Sociópolis.....   | 61        |
| 5.1.1     | ¿Qué es?.....   | 61        |
| 5.1.2     | Características.....  | 62        |
| 5.1.3     | Sociópolis 2011-2012.....   | 62        |
| 5.2       | Proyectos importantes ejecutados.....   | 63        |
| 5.2.1     | Proyectos realizados en España.....   | 63        |
| 5.2.2     | Proyectos realizados fuera de España.....   | 64        |
|           | Oslo, Noruega.....  | 64        |
| 5.2.3     | Telegestión del riego.....  | 65        |
| 5.2.3.1   | Proyectos realizados.....   | 65        |
| 5.2.3.1.1 | Telegestión del riego de las zonas verdes de Mollet del Vallès, Barcelona.....  | 65        |
| 5.2.4     | Monitorización de semáforos y regulación inteligente del tráfico.....   | 66        |
| 5.2.4.1   | Proyectos importantes ejecutados.....   | 66        |
| 5.2.4.1.1 | Proyecto realizado en Estocolmo.....  | 66        |
| 5.2.4.1.2 | Proyecto realizado en Barcelona.....  | 66        |
| <b>6.</b> | <b>ESTUDIO SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CONCLUSIONES .....</b>   | <b>67</b> |
| 6.1       | Tarifas eléctricas.....   | 68        |
| 6.2       | Horas de funcionamiento.....  | 69        |
| 6.3       | Estimación del consumo energético del sistema de alumbrado público sin un sistema de telegestión con lámparas VSAP y lámparas LEDs..... | 70        |



|         |   |           |
|---------|---|-----------|
| 6.3.1   | Lámparas de Vapor de sodio a alta presión (VSAP).....   | 71        |
| 6.3.2   | Lámpara LED.....  | 72        |
| 6.4     | Regulación.....   | 74        |
| 6.4.1   | Control encendido-apagado con la utilización de fotocélula o reloj astronómico.....   | 76        |
| 6.4.2   | Ahorro energético del sistema de alumbrado con lámparas de Vapor de sodio y un sistema de telegestión.....                                  | 76        |
| 6.4.2.1 | Sistema de telegestión con lámpara VSAP y balastos de doble nivel de potencia.....  | 76        |
| 6.4.2.2 | Sistema de telegestión con lámpara VSAP y balastos electrónicos.....  | 77        |
| 6.4.3   | Ahorro energético del sistema de alumbrado con lámpara LED y un sistema de telegestión.....   | 78        |
| 6.4.3.1 | Sistema de telegestión con lámpara LED y encendido lógico .....   | 78        |
| 6.5     | Reducción de emisiones de CO2.....  | 81        |
| 6.6     | Amortización.....   | 81        |
| 6.7     | Justificación y beneficios.....   | 83        |
| 6.7.1   | Escenario europeo.....  | 83        |
| 6.7.2   | Consumo energético del sistema de alumbrado público con cada una de las soluciones posibles.....  | 84        |
| 6.7.3   | Ahorro de energía y reducción de emisiones de CO2 con un sistema de telegestión con tecnología LED y encendido lógico en Entremutilvas..... | 85        |
| 6.7.4   | Beneficios.....   | 85        |
| 6.8     | Otros servicios de valor añadido.....   | 86        |
| 6.8.1   | Paneles publicitarios iluminados con LEDs y punto de información al usuario.....  | 87        |
| 6.8.2   | Publicidad.....   | 87        |
| 6.8.3   | Armario central.....  | 87        |
| 6.8.4   | Internet WIFI.....  | 88        |
| 6.8.5   | Vídeo-vigilancia.....   | 89        |
| 7.      | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>90</b> |
| 8.      | <b>ANEXO.....</b>   | <b>92</b> |
|         | Proyecto técnico alumbrado público urbanización de Entremutilvas .....  | 92        |



# INTRODUCCIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN.

Organizar las ciudades del siglo XXI es una de las grandes cuestiones de la humanidad, dado el gran crecimiento de la población urbana. La población mundial está creciendo y se está concentrando en las ciudades. Son una de las principales fuentes de daños ambientales y son también los lugares donde esos problemas se manifiestan con más intensidad. Su impacto se verifica en el consumo energético, del que son las primeras responsables, y en el incremento del efecto invernadero, sobre-calentamiento de la biosfera por aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>, cuya emisión se concentra en los centros urbanos.

Un informe de 2011 de las Naciones Unidas sobre los asentamientos humanos predice que un 70% de la población mundial vivirá en ciudades para el año 2050. En esta situación, las ciudades deberán desarrollar un crecimiento económico y ambientalmente sostenible con el fin de mejorar la calidad de vida de todos.

## Las ciudades tendrán un papel importante en los desafíos fundamentales del siglo XXI:

- El cambio climático y otras amenazas ambientales.
- El alto consumo de recursos no renovables.
- El desarrollo económico.
- El crecimiento de la población.
- El envejecimiento de las infraestructuras.
- La creciente demanda y la escasez de recursos energéticos.
- La excesiva dependencia exterior y de combustibles fósiles.

Todos ellos hacen que nuestro actual modelo energético no sea sostenible, que sea necesario redefinir las ciudades y fomentar el crecimiento urbano con un desarrollo sostenible económica y medioambientalmente, capaz de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Es todavía un terreno emergente pero algunas ciudades ya están colocando los primeros pilares para construir las urbes del futuro: las **Smart Cities** o ciudades inteligentes. Su objetivo es, mediante el uso de tecnologías de vanguardia, conseguir una gestión sostenible de los recursos energéticos y optimizar los costes de los distintos servicios municipales.

Son proyectos que pueden ir desde modelos de gestión energética, hasta la implantación de sistemas de información y de comunicaciones para la gestión y el control remoto de servicios urbanos como el alumbrado público, el riego de parques y jardines, el control semafórico o de velocidad de los vehículos.





Por otro lado, el **Plan 202020** impulsado por la Comunidad Europea desarrolla una serie de iniciativas que tienen como objetivo modificar los hábitos de consumo energético de modo que se pueda:

- Aumentar la eficiencia un 20%.
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> un 20%.
- Aumentar las renovables otro 20%.

Las nuevas directrices europeas establecen una nueva era para el sector energético impulsada por la eficiencia, las energías renovables y redes avanzadas con capacidad de almacenamiento.

El proyecto se basa en el concepto de Smart City, describe el desarrollo de ciudades innovadoras y sostenibles y se especifican las funcionalidades que se pueden llevar a cabo en una ciudad. En concreto, se estudiarán modelos de gestión y control del alumbrado público que representa el mayor gasto energético de una ciudad.

## 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Los objetivos marcados para este proyecto son los siguientes:

Describir brevemente conceptos nuevos como Smart City y Smart Grid y las diferentes redes de control utilizadas en la actualidad.

Profundizar en las diferentes funcionalidades, técnicas y sociales, que se pueden llevar a cabo en una ciudad. Se incluirán proyectos novedosos existentes en la actualidad que nos den una idea de cómo y con qué finalidad se ha utilizado esta nueva tecnología y hasta dónde ha llegado, porque tiene mucho que ofrecer.

El objetivo final es diseñar soluciones para la gestión y el control de los servicios urbanos de una ciudad, en concreto para el sistema de alumbrado público.

El sistema queda abierto a otras aplicaciones que se pueden añadir en un futuro, como son telegestión del riego o la regulación inteligente del tráfico. Además, se describirán otros servicios de valor añadido integrables a bajo coste como son:

De utilidad pública:

- Paneles publicitarios iluminados y punto de información al usuario.
- Internet WI-FI.

Monitorización y localización de informaciones para seguridad:

- Vídeo vigilancia.

Para dar una solución real, el diseño se va a realizar para la urbanización de **Entremutilvas**, Valle de Aranguren. Se realizará el proyecto de alumbrado para el caso de telegestión más simple y que más se ha estado extendiendo en los últimos años y, a partir de allí, se estudiarán las nuevas soluciones posibles mirando de cara al futuro.

Se espera que este trabajo sea una fuente más de información y ayude en el desarrollo actual de las ciudades del futuro.



## 2. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.

### 2.1 Fundamentos sobre el futuro de las ciudades y conceptos como Smart Places, Smart City o Smart Grid y redes de telegestión.

#### 2.1.1 SMART PLACES O TERRITORIOS INTELIGENTES.

Las ciudades juegan un papel decisivo en el logro de un mundo más sostenible, se concentran población y actividad, producción y consumo.

Aparecen diferentes propuestas que plantean un programa urbanístico de adecuación de la ciudad a su medio ambiente como:

- **La Agenda 21**, amplio programa para el fomento de los principios del desarrollo sostenible en el siglo XXI a escala planetaria.
- **La carta de Atenas**, que promueve el Consejo Europeo de Urbanistas sobre el desarrollo de las ciudades europeas para el siglo XXI.

Algunos de los temas tratados son los recursos naturales, como las estructuras de aprovisionamiento de agua y de energía, la gestión de residuos, el transporte etc. Además hay que llegar a un equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y sostenibilidad ambiental.

El **Proyecto City** consiste en una investigación sobre 20 ciudades innovadoras de los 5 continentes (Singapur, Boston, Dubai, Shangai, Santiago de Chile, Filadelfia, Curitiba, Sidney, Dublín etc.). Es coordinado por la **Fundación Metrópoli**, institución internacional con sede en España cuyo objetivo es contribuir a la innovación y al desarrollo de las ciudades y territorios desde una perspectiva internacional. Las ciudades pertenecen a países con distinto nivel de desarrollo económico y con muy distintas culturas y forma de organización política y social.

El objetivo es identificar las ventajas competitivas de cada una de ellas y las principales innovaciones urbanas.

Denominan Smart Places a aquellos territorios que están enfocando con coherencia los retos de la globalización y los riesgos que genera. Se trata de ciudades innovadoras capaces de encontrar un equilibrio entre los aspectos de competitividad económica, cohesión y desarrollo social y sostenibilidad ambiental y cultural.



### 2.1.1.1 Características.

De la investigación del Proyecto City se desprende que los Smart Places reúnen las siguientes características:

1. Los diseña la comunidad.

2. Sensibilidad y responsabilidad ambiental.

Además de evitar impactos ambientales negativos tratan de rehabilitar áreas urbanas degradadas física, social y económicamente. Se pretende legar a las generaciones futuras un territorio más cuidado.

3. Son capaces de crear ventaja competitiva, para las actividades económicas, para la residencia, para el ocio, la cultura y la relación social.

4. Compromiso con la cohesión y el desarrollo social:

- Inclusión de todos los ciudadanos y equilibrio social.

5. Estructuras coherentes de gobierno del territorio.

Se están produciendo cambios importantes y surgen nuevos bloques políticos y económicos. En los Smart Places existe una estructura administrativa y política adecuada, eficiente.

6. Diálogo con el entorno.

Los Smart Places encuentran las claves para el diseño de sus perfiles urbanos en la relación con sus específicas condiciones de contexto.

7. Innovación.

Los Smart Places son territorios que apuestan por la innovación, pueden afrontar el futuro con más éxito. La innovación es la forma más eficiente de crear ventaja competitiva. Se requieren las personas y la existencia de una población con un alto nivel de formación y centros de investigación de alto nivel.

8. Conexiones con redes de ciudades.

En un mundo global, cada vez más, la idea de red y la idea de flujo prevalecen sobre la idea de territorio convencional y las ciudades más globales y mejor interconectadas son las puertas de acceso a la economía y al mundo global. Las redes facilitan los intercambios políticos, económicos, sociales, culturales y de ideas.

Los Smart Places son ciudades o regiones conscientes de que una de las claves del éxito en la etapa de la globalización es la pertenencia a redes operativas a nivel regional, nacional e internacional y que éstas pueden crearse a través del esfuerzo de cooperación e intercambio.

## 2.1.2 CONCEPTO DE SMART CITY.

### 2.1.2.1 Definición Smart City.

Una ciudad se puede llamar inteligente cuando las **inversiones en capital humano, social, transporte y comunicaciones** alimentan un **desarrollo económico sostenible** y una **alta calidad de vida** con gestión de los recursos naturales de una manera sostenible, promoviendo la participación ciudadana.

En la práctica, y a un nivel más popular, una Smart City es una ciudad comprometida con su entorno, tanto desde el punto de vista medioambiental como en lo relativo a los elementos culturales e históricos, con elementos arquitectónicos de vanguardia, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida más fácil.

Desde el punto de vista tecnológico, una Smart City es un sistema de gran complejidad: “system of system”, o un ecosistema en el que co-existen múltiples procesos íntimamente ligados y que resulta difícil abordar de forma individualizada.

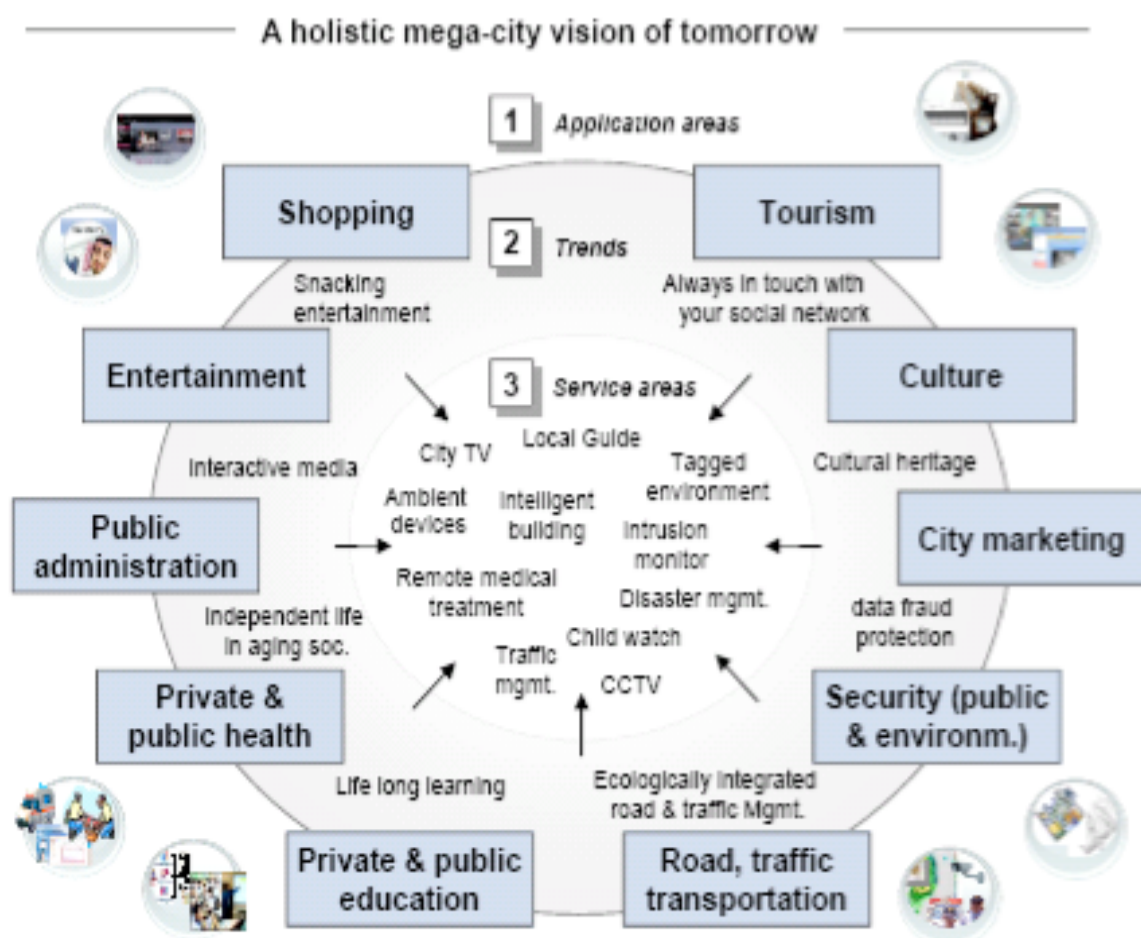


Figura 1: Smart City, un “system of system”

Fuente: Detecon Consulting, Comisión Europea



### 2.1.2.2 Smart City: un sistema de sistemas.

El funcionamiento de las ciudades se basa en seis sistemas esenciales compuestos por diferentes redes, infraestructuras y entornos relacionados con sus funciones clave:

- **Personas:** engloba áreas como seguridad, salud y educación que garantizan la calidad de vida de sus ciudadanos.
- **Empresas:** el sistema empresarial de la ciudad es aquel relacionado con el entorno en el que operan los negocios en términos de políticas y normativas aplicables.

Tanto las personas como las empresas se benefician de sus sistemas de transporte y comunicaciones:

- **Transporte y Comunicaciones.**

Las ciudades son responsables de la gestión de dos recursos básicos necesarios para toda actividad económica y social: **el agua y la energía:**

- **Agua y Energía.**

Estos sistemas no están aislados sino interconectados de forma sinérgica, componen un **sistema de sistemas**.

### 2.1.2.3 Visión integrada.

La infraestructura de una ciudad es un conjunto de distintos sistemas creados por el hombre que interactúan entre sí. Smart City incorpora innovación, tecnología e inteligencia (en materiales, soluciones y modelos) a las infraestructuras básicas para desarrollar una ciudad más eficiente, flexible y menos costosa.

La infraestructura de una ciudad está formada por las infraestructuras básicas de transporte, energía, agua, gestión de residuos, telecomunicaciones, etc. Una de las claves para desarrollar la Smart City es conectar estas infraestructuras desde una visión integral de todos los servicios de la ciudad, para conseguir eficiencias e información de valor al cruzar datos provenientes de varios servicios. Requiere una plataforma a la que puedan conectarse todos los servicios de la ciudad, sean públicos o privados, una plataforma en un entorno abierto, interoperable y escalable, facilitando interfaces públicas.

Smart City utiliza las infraestructuras, la innovación y la tecnología, pero también requiere de una sociedad inteligente, activa y participativa: personas, talento, emprendedores, organizaciones colaborativas, etc.

No se puede concebir una Smart City sin las personas que viven y trabajan en la ciudad que son el motor y el alma de la ciudad.

Las estrategias de Smart City son a la vez una oportunidad de negocio para las empresas innovadoras y de servicios. Se trata de un mercado en expansión.



#### 2.1.2.4 Servicios de una Smart City.

Para construir un proyecto de Smart City se necesita desarrollar una o varias de las siguientes áreas:

- **Energía.**

Las ciudades son uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de CO<sub>2</sub> en Europa y América. Entre los desafíos futuros se incluyen:

- Mejorar la eficiencia energética y logística.
- Aumentar la producción con fuentes renovables.
- Desarrollar la red energética e impulsar la producción de energía a escala urbana (Smart Grids).
- Reducir el impacto ambiental.
- Implantar hogares con cero emisiones.
- Desarrollar la infraestructura eléctrica necesaria para difundir el uso de vehículos eléctricos.
- Desarrollar soluciones urbanas inteligentes (iluminación, medición etc.).

- **Medioambiente.**

El mundo se enfrenta a grandes problemas ambientales y las ciudades son grandes consumidoras de energía procedente de recursos naturales.

Se busca:

- Nuevas infraestructuras descentralizadas de producción de energía.
- Gestión de residuos (Ciclo del producto).
- Gestión del agua.
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, un objetivo primordial al que el vehículo eléctrico, por ejemplo, debe contribuir.

- **Tecnología e innovación.**

La tecnología nos permite acceder a la gestión eficiente y sostenible de los recursos.

Las ciudades ahora se pueden convertir en seres sensoriales que comunican sus necesidades y sus respuestas a ciertas situaciones en tiempo real.

Para responder con eficacia a los retos de áreas tales como la movilidad, la energía y la protección del medioambiente, las ciudades del futuro deben establecer sistemas capaces de manejar la enorme cantidad de datos generados por sus habitantes y su infraestructura.

Al mismo tiempo, la tecnología no es suficiente y se necesita otro tipo de innovación, por ejemplo, para mejorar el modelo de gestión de servicios urbanos.

La tecnología también ofrece formas de impulsar la participación ciudadana y de desarrollar el gobierno abierto.





- Visión Integrada.
- Internet de las cosas (IoT)/M2M.  
Todo está conectado. Se están desarrollando plataformas que son capaces de recolectar información estructurada de todo tipo de sensores, así como de actuar sobre diferentes dispositivos transmitiendo comandos.
- La ciudad en la nube (cloud).
- Big Data.
- Soluciones Urbanas de Sensorización.

- **Ciudad colaboradora y sociedad inteligente.**

Las ciudades son, principalmente, sus habitantes y las condiciones en las que viven. En este sentido, se pueden establecer dos escenarios diferentes: en los países en desarrollo, aún inmersos en una migración del campo a la ciudad, las ciudades se enfrentan a las crecientes poblaciones, mientras que en los países desarrollados, las ciudades tienen que lidiar con la obsolescencia de sus economías industriales y el envejecimiento de las poblaciones.

Las TIC están creando un nuevo marco para el análisis de la sociedad, para hacerla interactuar y colaborar, para capacitar a los ciudadanos para que desarrollen sus iniciativas y para fomentar la creatividad aprendiendo nuevas formas de innovar. Y lo mismo se aplica cuando las TIC no están ampliamente disponibles, las principales políticas todavía se encargan de la colaboración, la creatividad, las decisiones correctas y conseguir un lugar mejor.

Incluye aspectos como:

- Ciudades habitables.
- Co-ciudad: la creatividad urbana y la colaboración.
- Innovación social.
- Enfoques participativos.

- **Planeamiento urbano y construcción.**

El planeamiento urbano está relacionado con el espacio donde vivimos y trabajamos, cómo se crea y gestiona, cómo nos lo imaginamos y cómo se hace factible. El diseño urbano trata, más tarde, su forma física. Ambas disciplinas están ahora volviéndose a centrar en la escala humana, después de medio siglo centrándose en la creación a escala automovilística.

Cómo el desarrollo de la ciudad fomenta la creatividad, la innovación y el desarrollo económico, cómo es un proyecto inclusivo hecho por y para los ciudadanos, cómo las propias ciudades se reinventan y se transforman, cómo cuidan y protegen el medioambiente, cómo se integran diferentes tipos de espacios verdes, la agricultura urbana, la integración de los servicios urbanos y los servicios públicos en el nuevo tejido urbano (red de energía, reutilización de aguas, TIC) y así sucesivamente.

Rediseñar las ciudades reinventando la manera en que construimos nuestras casas y edificios, los recursos que son necesarios para después mantenerlas habitables.

Incluye aspectos como:

- Crecimiento inteligente.
- Ciudad creativa.
- Espacio urbano compartido.
- Construcción verde (en colaboración con el Green Building Council).
- Espacios verdes / Urbanismo verde.

- **Movilidad.**

En los últimos 20 años, las ciudades han sido las que han desafiado el paradigma de la movilidad generado alrededor de los coches como principal medio de transporte. Hoy en día, el paradigma del vehículo también está siendo desafiado por el cambio climático y el uso actual de los recursos naturales.

Hay un uso generalizado de las nuevas TIC en todos los medios de transporte, que permite obtener información en tiempo real o variar la señalización en función de las condiciones del tráfico. La atención se ha trasladado de las políticas relacionadas con el desarrollo de infraestructuras a las políticas interesadas en mejorar la gestión y en integrar los servicios de movilidad; también se está cambiando del vehículo en propiedad a otros medios de movilidad; mejorando de forma generalizada las infraestructuras de movilidad a pie y en bicicleta; integrando el planeamiento urbano y la planificación de movilidad urbana y capacitando y promocionando significativamente los vehículos eléctricos e híbridos con el aumento de la red de puntos de recarga.

En muchas ciudades se necesita reducir urgentemente la contaminación procedente del tráfico, y a nivel global encontrar alternativas al petróleo como fuente de energía principal para el transporte.

Incluye:

- Gestión de la movilidad.
- Las TIC en el transporte público / Información para los usuarios.
- Nuevos paradigmas de movilidad / Compartir los servicios de movilidad.
- El vehículo eléctrico.

- **Gobierno y Economía.**

Hoy en día los ciudadanos exigen mucho más a los gobiernos municipales en lo relacionado con los servicios públicos ofrecidos y la capacidad de influir o de tener voz en el gobierno de la ciudad. Esto ocurre en un entorno de disminución de recursos económicos y dentro de un conflicto de responsabilidades entre las ciudades, las





regiones y los organismos gubernamentales nacionales y supranacionales. Los gobiernos municipales están, por lo general, en la vanguardia de todos los niveles administrativos superiores que nos gobiernan.

Las asociaciones con empresas privadas son cruciales para desarrollar nuevos proyectos y nuevos instrumentos financieros. La apertura del gobierno a la creatividad pública y el fomento del espíritu empresarial son algunas de las principales políticas que tienen que ser incentivadas: **gobierno abierto, información transparente y abierta.**

El liderazgo de las administraciones locales tiene que desempeñar un papel importante en la implementación de programas de reforma. Incluye:

- Modelos de gobierno / Estructuras de gobierno.
- Colaboración público-privada.
- Financiación de la "Transformación inteligente".
- Gobierno abierto.

- **Gestión de las emergencias.**

Las TIC se están convirtiendo en un elemento clave a la hora de administrar, supervisar y detectar accidentes, fallos o anomalías del sistema y, además, gestionar situaciones críticas cuando ocurren. Son clave para la policía, los rescates o los servicios sanitarios de emergencia, para su coordinación y para la vigilancia de la ciudad y la gestión de la resiliencia. La resiliencia en una ciudad se refiere a la capacidad de ésta para reaccionar ante catástrofes naturales imprevistas o accidentes que causan interrupciones en los servicios urbanos o redes de transporte.

Incluye:

- Resiliencia urbana / Utilidades urbanas de las TIC.
- Servicios de seguridad y emergencias de la ciudad.

- **Smart Geo.**

Smart Geo abarca una amplia variedad de campos, desde prospección, sistemas de información geográfica, sensores remotos y técnicas fotogramétricas hasta soluciones y tecnologías suplementarias.

El Sistema de Información Geográfica (SIG) facilita el análisis de los distintos sistemas que conforman una ciudad inteligente (energía, medioambiente, movilidad) con soluciones de visualización de datos captados globalmente (satélites, sensores remotos, etc.) y datos locales de geoinformación.

Smart Geo también ofrece una plataforma para innovaciones pioneras en el mercado actual y del futuro (tecnología de multisensores para adquisición de datos, informática móvil, cloud sourcing, aplicaciones 3D, posicionamiento de satélites), además de para el desarrollo de nuevas soluciones web geoespaciales.



Incluye:

- Cartografía.
  - Sistemas de Información Geográfica (SIG).
  - Sensores remotos y fotogrametría.
  - Geodesia y navegación.
- En definitiva, algunas de las numerosas **ventajas** que puede aportar la Smart City son las siguientes:
- **Ahorro energético y económico.** El ahorro energético es uno de los principales objetivos de la Smart City, hay que usar la energía necesaria sin renunciar a la calidad de vida para cuidar el medio ambiente.
  - **Mejora de la sostenibilidad medioambiental.**
  - **Mejora de la eficiencia en la gestión viaria.**
  - **Optimización de la gestión de los servicios municipales.**
  - **Seguridad.**
  - **Incremento del bienestar de la sociedad.**

#### 2.1.2.5 Proyectos de Smart City.

Actualmente, los proyectos de Smart City se multiplican por el mundo.

Cada proyecto se centra en una o varias de las 9 áreas de las ciudades inteligentes.

Algunos ejemplos de proyectos de ciudad inteligente divididos según su área son:

- **Economía del conocimiento:** Luxemburgo, Dubai, Malta, Santander.
- **Transporte y movilidad urbana:** Southampton, Yokohama, Singapur (los controladores reciben información en tiempo real gracias a unos sensores para modelar y predecir escenarios de tráfico con una precisión de 90%), Estocolmo (implementaron un sistema de peajes basado en el flujo de vehículos que entran y salen de la ciudad; ha reducido el tráfico en 20 por ciento, el tiempo de espera en 25 por ciento y recortó las emisiones contaminantes en 12 por ciento), Valladolid y Valencia.
- **e-Gobierno y participación ciudadana:** Tampere, Turku, Albuquerque (Nuevo México, utiliza una solución de inteligencia empresarial para automatizar la compartición de datos entre sus 7.000 empleados en más de 20 departamentos, para que todos obtengan una única versión de la verdad).
- **Medio-ambiente y Ecoturismo:** Copenhague, Vancouver, Melbourne, Brujas, Sidney, Zurich.
- **Urbanismo inteligente y Eficiencia energética, IoT Internet de las cosas:** Masdar, Málaga, Amsterdam.



- **Sanidad y actividades culturales:** París (está implementando un sistema hospitalario integrado de atención al paciente para facilitar una comunicación fluida entre todas sus aplicaciones, posibilitando el seguimiento continuo de los pacientes), Londres, Salzburgo, Granada.

➤ **Copenhague.**

La capital de Dinamarca es una de las Smart Cities más importantes de todo el mundo.

Dinamarca ha decidido liderar la transición y convertirse en una economía de crecimiento ecológico, completamente independiente de los combustibles fósiles para 2050. La tarea de introducir la sostenibilidad en una ciudad como Copenhague cambia los patrones de producción y consumo, crecimiento y empleo.

Ha aplicado distintas soluciones inteligentes, como por ejemplo:

- **El puerto se vuelve azul.**

Una completa modernización del sistema de alcantarillado ha permitido mejorar la calidad del agua, además de abrir unos baños públicos en el puerto. Una zona desaprovechada del centro de la ciudad se ha convertido en un sólido espacio de ocio urbano.

- **Afrontar la creciente demanda de agua.**

La adopción de tecnologías y políticas innovadoras (prevención de fugas, mecanismos de fijación de precios para reducir el derroche) permite la reducción del consumo de agua y al mismo tiempo protege los recursos de aguas subterráneas.

- **Ciclismo.**

Integrado en el planeamiento y el diseño urbano, supone un medio de transporte barato, rápido, seguro y cómodo.

- **Integración del transporte público.**

Inversión en una red de transporte público eficiente, fiable y bien integrada. Reducción de los niveles de congestión y contaminación hasta los más bajos de las principales ciudades del mundo. El número de trayectos en coche en el centro de Copenhague se redujo de 351.000 en 1970 a 284.000 en 2010.

- **Optimizar los residuos.**

La mitad de los desperdicios se reciclan y el uso mayoritario es para generar calor para la red urbana de calefacción.



- **Energía eólica.**

El 22% del consumo eléctrico total de Dinamarca proviene de turbinas eólicas, las mejor valoradas del mundo. En Copenhague se ha implementado una infraestructura de energía renovable mediante una asociación única basada en la descentralización.

En España los proyectos más relevantes son los de **Málaga ciudad inteligente** y **Smart City Santander:**

Las ciudades se llenan de sensores que proporcionan datos en tiempo real a los ayuntamientos que con esta información pueden ayudar a detectar fugas de agua, la necesidad de riego en jardines, los niveles de iluminación necesarios en cada zona, adaptar el tiempo de los semáforos a los niveles de tráfico para reducir atascos. También los ciudadanos podrían recibir información sobre estado del tráfico, de los aparcamientos, niveles de polen y participar en las decisiones municipales a través de consultas en tiempo real.

- **Málaga.**

Es una de las ciudades que desarrollan el concepto de Smart City, elegida porque reúne los requisitos necesarios para garantizar el éxito del proyecto: gran potencial de crecimiento, amplias capacidades tecnológicas, fuerte presencia de la Universidad y empresas, apoyo por parte de las administraciones públicas y excelentes infraestructuras eléctricas.

Ha aplicado las siguientes soluciones:

- Integración óptima de las fuentes renovables de energía en la red eléctrica, acercando la generación al consumo a través del establecimiento de nuevos modelos de gestión de la microgeneración eléctrica.
- Implica sistemas de almacenamiento energético en baterías para su consumo posterior en la climatización de edificios, el alumbrado público y el transporte eléctrico. Se potenciará el uso de coches eléctricos, con la instalación de postes de recarga y la implantación de una flota de vehículos y se contará con nuevos contadores inteligentes.
- El objetivo final del proyecto es demostrar que es posible conseguir con estas tecnologías un ahorro energético del 20%, así como una reducción de emisiones de más de 6.000 toneladas de CO2 al año.

- **Valladolid, Palencia.**

Dos ciudades que añaden el transporte de una ciudad como una problemática más de la Smart City:

Incluye una red inteligente de contadores, apoyo a la implantación del coche eléctrico, además de planes relacionados con las comunicaciones en el hogar digital, la eficiencia energética en edificios singulares, el tratamiento de aguas residuales o la organización del tráfico para que sea más eficiente.



### 2.1.3 TECNOLOGÍAS PARA LA SMART CITY.

El mundo está cada vez más instrumentalizado, a través del despliegue de sensores y otros dispositivos de captura de datos que permitan la recolección de información, e interconectado a través de Internet.

La ganancia de tener un mundo instrumentalizado e interconectado es que permite tener acceso a la información en tiempo real y traducirla en algo que llamamos “inteligencia”.

Por tanto, tenemos:

#### 2.1.3.1 RED DE SENSORES.

Son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, la luminosidad, la presión atmosférica, etc. en valores numéricos que puedan ser tratados según conveniencia. Han adoptado en la mayoría de los casos, el adjetivo de smart ya que utilizan tanto la información del entorno que les rodea como la información de su propio funcionamiento.

En la Smart City, actuadores y sensores están interconectados.

#### 2.1.3.2 TAGS RFID (Radio Frequency Identification) O ETIQUETAS RFID.

Es un dispositivo pequeño, como una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Las etiquetas RFID contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. La información que contiene puede ser recibida por un usuario para su interpretación o ser interpretada por el extremo final de manera que ello dé lugar a algún tipo de actuación.

Existen Tags pasivos y activos:

- Las etiquetas **RFID pasivas** no llevan fuente de alimentación propia y utilizan para responder la energía inducida en la antena por la señal de escaneo de radiofrecuencia. Debido a esto la señal respuesta tiene un tiempo de vida bastante corto y su radio de transmisión puede llegar a como mucho 6 metros, pero tiene la ventaja de poder ser mucho más pequeñas que las etiquetas activas.
- Las etiquetas **RFID activas** llevan su propia fuente de alimentación y tienen rangos mayores de uso, tanto a nivel de frecuencias, siendo las normales de uso 455Mhz, 2'45 o 5'8Ghz, como las distancias a las que pueden ser detectadas y leídas, 100 metros. Su tamaño es mayor que los otros dos tipos de etiquetas. Además portan una pequeña memoria, debido a lo cual pueden almacenar un mayor número de datos.



### 2.1.3.3 INTERNET DE LAS COSAS (IoT).

El concepto de Smart City cobra forma para adelantarse a la Internet de las Cosas y la Internet del futuro. Todo está conectado o se puede conectar.

El concepto hace referencia a la integración de objetos/cosas a las redes de información a través de aplicaciones de Internet que les permiten conectarse o comunicarse.

Internet nació conectando personas a través de máquinas, ahora, los objetos están identificados y son capaces de conectarse e intercambiar información.

Supone una revolución tecnológica que representa el futuro de la computación y las comunicaciones.

Su desarrollo depende de la innovación en importantes campos, que van desde las redes de sensores inalámbricas a la nanotecnología, las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) y la inteligencia embebida.

### 2.1.3.4 CLOUD COMPUTING.

Para gestionar el gran volumen de información que generan las ciudades es necesario disponer de plataformas basadas en Cloud Computing, que permitan a las Smart Cities adquirir más rápidamente nuevas capacidades.

Las plataformas de gestión basadas en cloud permiten por un lado, disponer de toda la información necesaria para proveer los servicios en el marco de la Smart City y, por otro lado, analizando los datos de diferentes planos de la ciudad se pueden mejorar los procesos de toma de decisiones.

Proporciona:

- **Gestión de grandes volúmenes de información:** Big Data.
- **Agilidad** en el aprovisionamiento y adquisición de nuevas capacidades.
- **Tecnologías innovadoras** en constante evolución.
- **Elasticidad:** adaptable a las necesidades de cada momento.
- **No necesita grandes inversiones** iniciales.
- **Pago** sólo por los servicios utilizados.

El tratamiento de una información tan amplia y variada supone un nuevo reto en el campo de la **seguridad y la privacidad** de la misma. En 2015 los problemas de privacidad serán la prioridad del control reglamentario de los proyectos de Smart City.



## 2.1.4 CONCEPTO DE SMART GRID.

### 2.1.4.1 Definición.

Una importante innovación en cuanto a iluminación en las ciudades son las llamadas redes eléctricas inteligentes o **Smart Grids**. No hay una única definición estándar global pero se puede decir que una Smart Grid es una red que integra de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.

Los Smart Grids no son sólo contadores inteligentes que recogen la información de cada cliente y la transmiten a una central de datos donde se tomarán las decisiones necesarias. Se busca desarrollar sistemas flexibles que favorezcan el desarrollo de nuevos servicios como:

Detección de fugas y consumos excesivos, envío de señales de consumos instantáneos por zonas etc. Permite mejorar el rendimiento de las redes de distribución y abaratar costes de mantenimiento.

Se busca seguir la **política energética europea**:

- Promoción de energías renovables (RES) y cogeneración (CHP).
- Aumento de la eficiencia energética.
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Aumento de la seguridad en el suministro.

### 2.1.4.2 Objetivos.

Sus **objetivos** son los siguientes:

- **Robustecer y automatizar la red**, mejorando la operación de la red, los índices de calidad y las pérdidas en la misma.
- Optimizar la **conexión de las zonas con fuentes de energía renovable**, optimizando las capacidades de conexión y minimizando el coste de conexión de las mismas.
- Desarrollar **arquitecturas de generación descentralizadas**, permitiendo el funcionamiento de instalaciones de menor tamaño.
- Mejorar la integración de la generación intermitente y de **nuevas tecnologías de almacenamiento**.
- Avanzar en el desarrollo del mercado de la electricidad, posibilitando **nuevas funcionalidades y servicios** a los comercializadores y a millones de consumidores en el mercado.
- **Gestión activa de la demanda**, permitiendo que los consumidores gestionen de manera más eficiente sus consumos y mejorando la eficiencia energética.
- Posibilitar la penetración del **vehículo eléctrico**.
- **Mejorar los niveles de fiabilidad, calidad y seguridad** de suministro del sistema.
- **Gestión descentralizada e intensa interacción con el cliente**.
- **La eficiencia** dirige la gestión de la red: se genera la cantidad necesaria de energía y la demanda.
- **La innovación** alcanza a los procesos del negocio, no sólo a la tecnología.



Los Smart Grids permiten que otras tecnologías pertenecientes a sectores como la energía y la movilidad sostenible se integren correctamente en el concepto Smart City.

Por ejemplo:

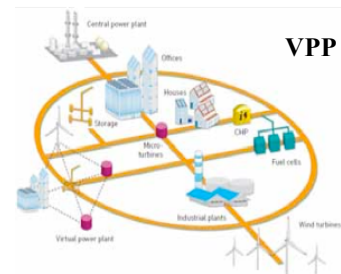
- Tecnologías renovables de **generación distribuida** (solar fotovoltaica y térmica, mini eólica, geotérmica), son unidades de menor potencia que las centrales tradicionales cercanas a los puntos de consumo.
- Almacenamiento de energía (baterías eléctricas, hidrógeno).
- Vehículos eléctricos e infraestructura de recarga.
- Centrales eléctricas virtuales (VPP) y microrredes.

- Microrred.

Es una red eléctrica integrada, que utiliza fuentes de energía distribuidas (en su mayoría renovables) y, generalmente, dispositivos de almacenamiento de energía para suministrar la demanda en forma local. Normalmente, la Microrred opera conectada al sistema eléctrico de la empresa suministradora, pero con la capacidad de autoabastecerse y operar de forma aislada cuando sea necesario, para aumentar la confiabilidad de suministro a la carga local.

- Centrales eléctricas virtuales (VPP, Virtual Power Plant).

Una central eléctrica virtual interconecta diferentes centrales eléctricas reales (de diversa naturaleza, como solar, eólica e hidráulica) así como dispositivos de almacenamiento distribuidos en el sistema eléctrico mediante TIC. Esta VPP puede diseñarse/operarse para que cumpla siempre con un programa determinado. Desde la perspectiva del sistema eléctrico total, una VPP es similar a una central eléctrica convencional y simplificará la programación diaria, teniendo en cuenta la variabilidad de algunas tecnologías de energía renovable dejando de ser necesario el tratarla en la planificación diaria del sistema eléctrico.



- Contadores inteligentes (consumo de electricidad, gas y agua). Pueden alentar a los consumidores a reducir su demanda cuando los precios son altos.
- Elementos de eficiencia energética que permitan la gestión de la demanda y la reducción del consumo.

Se considera que las diferentes tecnologías mencionadas se irán incorporando a las Smart Cities, y por tanto a las Smart Grids, en una serie de etapas o niveles funciones mostrados a continuación:



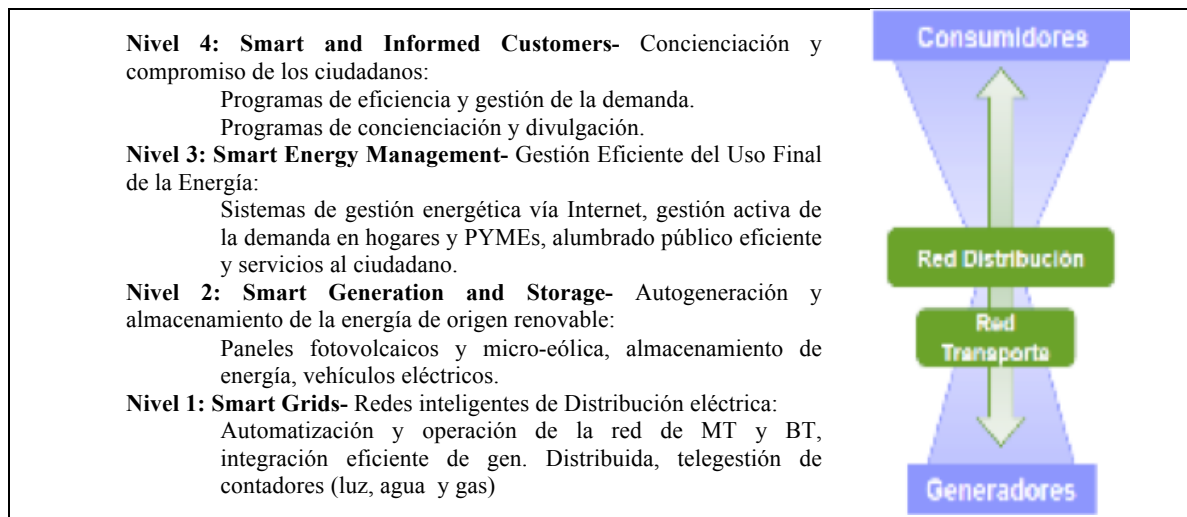


Figura 2: Niveles funcionales. Fuente: [www.idae.es](http://www.idae.es)

#### 2.1.4.3 Agentes involucrados. Definen las Smart Grids y los Smart Energy Services:

- **Consumidores finales.** Demandan mejores precios y calidad, facturación transparente, respuesta a la demanda, ahorro de energía.
- **Operadores de redes:** transporte y distribución. Requieren invertir en nuevas tecnologías y soluciones; necesitan marco regulatorio claro y estable.
- **Comercializadores y empresas de servicios energéticos.** Podrán ofrecer nuevos servicios: gestión energía, eficiencia, precios a medida del usuario.
- **Promotores de generación especial:** renovable y CHP. Integración eficiente y segura de su producción proporcionando nuevos servicios.
- **Fabricantes de equipos:** Nuevas tecnologías y oportunidades de negocio.
- **Reguladores.** Negocios regulados de redes: incentivar inversión y eficiencia; negocios en competencia: eliminar barreras de entrada, mercados liberalizados.

#### 2.1.4.4 Obstáculos.

Los principales factores que obstaculizan la implantación de las Smart Grids son:

- **Factores técnicos:** carencia de acuerdo para el establecimiento de estándares, necesidad de cohabitar durante un tiempo prolongado con la red actual, dudas respecto a la madurez de las tecnologías.
- **Factores económicos:** alto plazo para la recuperación de la inversión, aumento de la intensidad competitiva en el sector, incremento de la complejidad y riesgos de la gestión, incertidumbre sobre la acogida por parte del cliente.
- **Factores regulatorios:** necesidad de regular múltiples aspectos nuevos (generación distribuida, centrales virtuales, almacenadores, propiedad de contadores, privacidad de información), inestabilidad regulatoria y las diferencias entre mercados que dificultan el desarrollo de soluciones eficientes.



## 2.1.5 CONCEPTO DE SMART BUILDING.

Los edificios son la mayor fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> y su consumo total de energía ha ido aumentando en los últimos años. La mayor parte del consumo de energía se debe a la calefacción y el agua, aunque la proporción de consumo de la iluminación y los aparatos está creciendo con el tiempo.

Teniendo en cuenta los objetivos acordados por la comisión europea para 2020 en materia energética, **reducir el consumo de energía en los edificios es un hito esencial de cara a los retos identificados en el Plan estratégico europeo de energía.**

### 2.1.5.1 La integración de las energías renovables.

El desarrollo tecnológico de las aplicaciones térmicas con energías renovables (biomasa, energía solar térmica, geotermia y aerotermia) ha despegado en los últimos años, contando con un amplio abanico de posibilidades para su integración en la edificación.

Por ello, estas fuentes de energía son un elemento clave en los edificios para alcanzar los requisitos mínimos de eficiencia energética. Los edificios están empezando a pasar de ser consumidor de energía a un productor-consumidor de energía, que puede ser autosuficiente e incluso excedentario.

### 2.1.5.2 Agentes involucrados.

Las administraciones juegan un papel importante para impulsar el uso de las energías renovables, modificando las normas y códigos del sector para que las incluyan.

La modificación del Código Técnico de la Edificación es la principal actuación propuesta en el plan para impulsar las energías renovables en los edificios. Este impulso normativo y reglamentario, además de una aportación solar para agua caliente sanitaria, incluiría la obligación de una contribución renovable mínima para usos térmicos en los edificios de nueva construcción o que se rehabiliten, de forma que una parte de sus necesidades previstas de calefacción, agua caliente sanitaria o climatización se cubra mediante distintas opciones posibles de energías renovables.

### 2.1.5.3 Edificios inteligentes.

El futuro y el desarrollo de los edificios inteligentes se basa en los siguientes pilares:

- **Objetos inteligentes**, con chips electrónicos incorporados capaces de recibir y transmitir información (sensores...).
- **Dispositivos por control remoto.**



- **Comunicaciones** que favorezcan la transmisión de información entre dispositivos y equipos.
- **Interfaces interactivas** y accesibles a los usuarios que permitan que la red utilizada en los hogares sea lo más fácil de utilizar.
- **Sistemas inteligentes de gestión de edificios (BMS).**
- **Sistemas inteligentes de control energético de edificios.**
- **Eficiencia económica e impacto en el ahorro de energía.**

Se pretende incidir en los siguientes aspectos:

- Reducir la energía consumida en los edificios así como su impacto negativo medioambiental.
- Los edificios deberán cumplir sus propias necesidades de energía.
- Transformar de los edificios en proveedores de energía, especialmente a nivel de distritos.

#### 2.1.5.4 Funcionalidades.

- Ahorro energético de hasta un 30%.
- Ahorro en los costos de servicios de mantenimiento.
- Gestión automatizada del personal del edificio.
- Control de la seguridad del edificio.
- Control de las instalaciones técnicas.
- Integración con el resto de infraestructuras (ascensor, climatización, iluminación).
- Comunicaciones flexibles con plataformas convergentes.
- Administración integral de las infraestructuras.



## 2.2 ALUMBRADO INTELIGENTE E INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS URBANAS EFICIENTES PARA LAS SMART CITIES.

En nuestras ciudades y municipios encontramos servicios que hacen la vida de los ciudadanos más fácil y cómoda. Pero la ciudad del futuro debe ser inteligente e integrar todos esos servicios convirtiéndose en una ciudad sostenible que transforma la información en conocimiento, una ciudad que respeta el medio ambiente, que es económicamente viable y que incrementa el bienestar de la sociedad.

Se van a integrar los servicios a través de la telegestión punto a punto del alumbrado público.

El alumbrado exterior es una de las aplicaciones más habituales e importante de la iluminación. Desde el alumbrado de vías públicas como calles y plazas, hasta el alumbrado de áreas residenciales y peatonales, túneles o zonas de deporte y recreo.

En el sector del alumbrado público España sigue a la cola en cuanto a eficiencia energética en Europa, le superan países como Alemania y Francia. Ninguna provincia española cumple el objetivo de alcanzar los 75 kilovatios por año y habitante marcado por el gobierno en el Plan de Eficiencia Energética 2004-2012.

Representa el mayor gasto energético de una ciudad, pudiendo suponer más del 50%-60% de todo el consumo de energía sin considerar los gastos de mantenimiento y reposición, que pueden representar más del 30% del coste de energía. Combinado con otros costes energéticos, obliga a buscar soluciones inteligentes para la iluminación de las urbes.

### 2.2.1 Introducción.

#### 2.2.1.1 ¿Qué es telegestión?.

Se define telegestión como un sistema que permite el control y gestión a distancia de instalaciones técnicas. Registra informaciones para analizarlas optimizando el funcionamiento de las instalaciones y aportando numerosas ventajas.

Incluye **funcionalidades** como:

- Tele-alarma: Gestión de alarmas (robos) y averías. Permite apagado de luminarias y/o fases. Se avisa automáticamente en caso de avería o de fallo de funcionamiento: fallo de la lámpara, fallo de suministro eléctrico, aviso de cambio de lámpara debido al tiempo de vida, fallo de comunicación con la lámpara, con parte del segmento o con todo el segmento, alarma anti-sabotaje.
- Telecontrol: Se controla permanentemente y a distancia el funcionamiento de la instalación.
- Telemando: Actúa a distancia sobre los equipos controlados.

- Comunicación: Transmite información entre estaciones remotas para control y/o mando.

Los **ámbitos de aplicación** son riego, climatización, alumbrado público, gestión técnica de edificios, industria etc.

La telegestión junto a una red de control inteligente permite realizar las siguientes **funciones en el alumbrado público**:

- Controlar: Encender / Apagar / Regular las lámparas según una programación, manualmente o de acuerdo a parámetros externos como la luz ambiental o la densidad de tráfico. Permite la gestión punto a punto de todas las luminarias.
- Monitorización on-line de la instalación. Se puede disponer de toda la información del sistema en tiempo real. Gestión de la información obtenida para generación de informes o toma de decisiones:
  - Horas de funcionamiento.
  - Consumo de energía por lámpara o por segmento.
  - Estado de las lámparas.
  - Estado de la red. Permite detección automática y notificación de fallos.
  - Gestión de históricos y emisión de informes de ahorro y gráficas.
- Utiliza protocolos de comunicación abiertos e interoperables.
- La instalación, mantenimiento y control son centralizados. Permite hacer un mantenimiento preventivo (envejecimiento de las lámparas).
- Sistema escalable (~ 256 ptos. por cuadro).
- Facilitan el inventario y la gestión del plan de mantenimiento.
- Compatibles con luminarias de diferentes tipos, incluso LEDs regulables e instalaciones existentes.
- Ahorro en líneas de mando.
- Fabricantes:  
Philips, Socolec, Esinor, Masespacio, Isde, Multilamp, Harvard, Streetlight vision.

### 2.2.1.2 Ventajas de un sistema de telegestión de alumbrado.

Proporciona numerosas ventajas ambientales y de calidad de servicio:

- **Ahorro de energía** por la regulación del nivel de iluminación:
  - Regulación del flujo luminoso de las lámparas.
  - Ahorro energético de hasta un 80% según la tecnología aplicada.



Ahorros por:

- Estabilización de la tensión.
  - Balastos electrónicos con menos pérdidas.
  - Arranques suaves y variaciones progresivas, sin “picos”.
  - Aumento de la vida útil de las lámparas.
  - Mejor factor de potencia, corrección de la caída de tensión.
  - Encendidos, apagados y reducción de niveles a la carta.
  - Reducciones más apuradas que con los reductores de flujo.
- 
- Menor mantenimiento de la instalación: mayor vida útil de los componentes, ahorro de rondas nocturnas y revisiones, mantenimiento preventivo, reduce los tiempos de intervención, permite planificar intervenciones.

• **Ahorro económico** por la mejora en la eficacia del mantenimiento y mejora del servicio:

- No es necesario tener un personal determinado para la comprobación de la instalación.
- Información predictiva de fallo de lámpara.
- Información sobre un fallo prematuro.
- Gracias al balasto electrónico, se incrementa la vida de la lámpara un 30%.

• **Mejora de la seguridad:**

- Mejoras en la seguridad peatonal.
- Prevención del crimen asegurando que el alumbrado urbano está encendido durante la noche.
- Nivel correcto de iluminación en las carreteras o incluso mejorado en caso de accidente.
- Mejorar la seguridad vial, se regulan los niveles de luminosidad según la densidad del tráfico.
- Seguridad frente a actos delictivos, tele vigilancia ante robos de cualquier elemento del sistema.
- Detección y diagnóstico preventivo de fallos.

• **Reducción de la contaminación lumínica** y de la luz intrusa en las viviendas por la regulación de los niveles de iluminación.

• **Refuerzo de la “imagen ecológica”** de la ciudad para atraer inversores, empresas y nuevos vecinos.

• **Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).**

• Menos residuos, debido a la prolongación de la vida de las lámparas, pero también del uso de balastos electrónicos en lugar de electromagnéticos + arrancador + condensador.

• **Mejora del aspecto de la ciudad.**

## 2.2.2 Elementos necesarios en la red de telegestión del alumbrado público.

Mediante una conexión a Internet y un software de tecnología estándar y abierta se controla de forma remota e independiente cada punto de luz, así la gestión es más inteligente, más económica y más ecológica y aporta más conocimiento a la ciudad.

Uno de los beneficios más importantes es la capacidad de controlar la intensidad de la luz en cada farola según la necesidad como por ejemplo un paso de cebrá o ciertas zonas de la ciudad.

Para ello, se utiliza la infraestructura actual y se instala sin obra ni extensión de líneas un controlador al cuadro eléctrico que permite dotar de tensión 24h a la red eléctrica, el nodo de la telegestión hace independiente cada punto de luz.

Esta instalación puede hacerse gradualmente y permite ir escalando nuevos servicios: Sensores ambientales o detectores de presencia que regulan la intensidad lumínica para ahorrar energía. Controladores de gestión del consumo eléctrico, estaciones de recarga de vehículos eléctricos, paneles luminosos informativos y publicitarios, comunicaciones WIFI, cámaras en la vía pública.

El alumbrado público se hace inteligente y sostenible, reduce costes, consumo y emisiones y mejora el servicio al ciudadano, convirtiendo las ciudades en ciudades inteligentes, en Smart Cities.

### 2.2.2.1 Descripción de la red de control:

#### 2.2.2.1.1 Arquitectura.

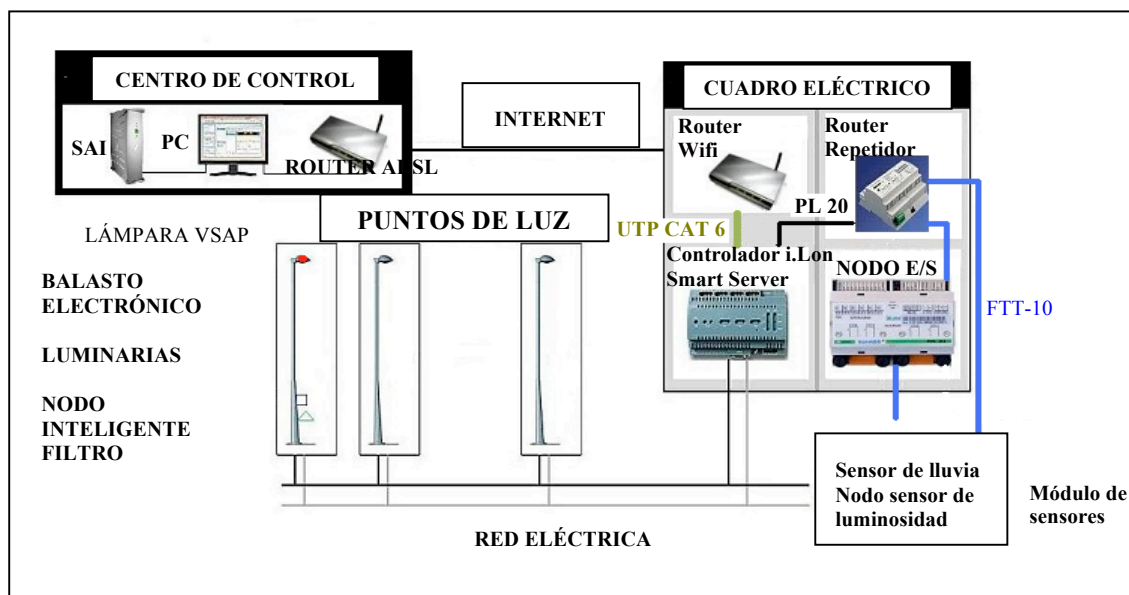


Figura 3: Resumen esquema general del sistema de telegestión

La arquitectura es modulable y flexible proporcionando una telegestión que se adapta a cada usuario.





### 2.2.2.1.2 Componentes.

El sistema de alumbrado se compone de los siguientes elementos que se detallan a continuación:

- **Puntos de luz.** Contienen:

- **Lámparas.**

Las lámparas de alta intensidad de descarga (H.I.D siglas del inglés High Intensity Discharge) poseen un tubo de descarga de dimensiones mucho más reducidas que las lámparas fluorescentes y trabajan a presiones y densidades de corriente superiores. Su evolución y amplia aplicación se debe a que tienen un elevado rendimiento lumínico (mayor cantidad de lúmenes por vatio de potencia consumida) y proporcionan una fuente luminosa compacta, que permite un buen control de la luz con el uso de luminarias con reflectores adecuados.

En función del elemento principal que caracteriza la mezcla de gas y la presión en el tubo de descarga, se clasifican como:

- Lámparas de Vapor de Mercurio:
  - Muy común.
  - Están siendo reemplazadas por la poca eficiencia energética que ofrecen.
- Lámparas de Sodio a Alta Presión o VSAP y Halogenuros Metálicos.
  - Las segundas más eficientes.
  - Comúnmente utilizadas para reemplazar las lámparas de Vapor de Mercurio.
  - Estándar para instalaciones nuevas y reemplazados en instalaciones ya hechas.
  - CRI (índice de rendimiento cromático) pobre.
- Sodio a Baja Presión.
  - Más eficiente.
  - Reproducción de colores muy pobre.

Otro tipo de lámpara que supone un gran avance de la tecnología es el LED (Light Emitting Diode) o emisor de luz, es un diodo, dispositivo electrónico semiconductor que polarizado directamente entre ánodo y cátodo, emite luz al producirse el fenómeno conocido como electroluminiscencia. Son muy pequeños ya que no posee ni filamento, ni gas inerte, ni ampolla de vidrio que lo recubra. Sus principales características son las siguientes:

- CRI muy bueno, lo que permite distinguir mejor los colores.
- Muy alta duración. La larga vida útil de los LEDs es una de las principales ventajas. Se evitan los costes asociados a repuestos y mano de obra.
- Mejora de la eficiencia. Los LEDs tienen una eficiencia cercana a las de Vapor de Sodio.
- Normativa más favorable en reducción de potencia.





Otra opción pero que en España no está muy extendida es el uso de lámparas de inducción electromagnética. Son una evolución de las lámparas fluorescentes, pero no usan un electrodo para inducir una corriente en el interior. Utilizan un inductor de ferrita alrededor del cual se enrolla un cable. Tienen una eficiencia y CRI cercana a la de los LED y una vida útil superior.

- **Filtros.** Reducen interferencias y ruido en las luminarias.
- **Balastos electrónicos o drivers para LEDs.** Ejecutan las instrucciones procedentes del controlador o nodo inteligente regulando el flujo luminoso de cada luminaria.
- **Controladores o nodos inteligentes.** Se instalan en cada luminaria. Se comunican con el balasto electrónico a través de la red eléctrica.

Identifican los fallos, reciben los comandos ON, OFF y DIMMING del Controlador de Segmento a través de la red eléctrica o radio frecuencia, mide la tensión, corriente, potencia, consumo de energía recopilados por el software para su diagnóstico.

- **Armario central o cuadro eléctrico.** Contiene:
  - **Controlador de Segmento**, es el elemento principal de la red de alumbrado que controla todos los componentes. Se encarga de comunicar el centro de control con la instalación. Puede utilizar un módem de comunicaciones GPRS o una conexión Ethernet para realizar la comunicación.
  - **Router WIFI.** Conecta la red con el exterior a través de Internet de tal forma que desde el centro de control donde se encuentra el personal de mantenimiento o desde cualquier ordenador con conexión a Internet se puede conectar con el sistema de alumbrado.
  - **Router repetidor y Nodo de control de entrada/salida** necesarios para la conexión de los sensores con el controlador de segmento.
- **Sensores:** sensor de luminosidad, sensor de humedad y temperatura y sensor de movimiento que optimizan el funcionamiento de cada luminaria reduciendo el consumo energético.
- **Centro de control.** Es el lugar donde se recogerán todos los datos para la correcta gestión y seguimiento del sistema. Contiene:
  - **Ordenadores**, para visualizar todo el sistema de alumbrado.
  - **Software de telegestión** de la instalación de alumbrado. Mediante una simple conexión a Internet permite tener acceso a la visualización de todos los eventos, la programación de los ciclos de funcionamiento, el registro y detalle de las averías.
  - **Sistema de alimentación ininterrumpida**, proporciona alimentación en caso de corte, de caída de tensión o sobretensiones.



- **Router ADSL**, permite la conexión a Internet.

La gestión de las luminarias se realiza punto a punto enviando las señales de control desde el Armario Eléctrico a través de la red eléctrica, utilizando el protocolo estándar EN14908 (LonWorks).

Al llegar la señal a la luminaria a través del nodo inteligente da órdenes al balasto para controlar la luminosidad de las lámparas.

El Armario Eléctrico contiene un módem/router WIFI que conectará la red con el entorno exterior a través de TCP/IP para la gestión y comunicación remota de los elementos del sistema. De esta forma, desde el centro de control o desde un ordenador con conexión a Internet podemos conectarnos con el sistema de alumbrado.

El centro de control se comunica a través de un router ADSL con el exterior desde cualquier lugar y en cualquier momento.

### 2.2.3 Por qué LEDs.

El **LED** ya es una realidad como fuente de luz para iluminación exterior, incluida la viaria, con un futuro lleno de enormes posibilidades y expectativas. Esta tecnología ha experimentado una excepcional mejoría en los últimos años, llegando a valores de eficiencia superiores a 130 lm/W y compitiendo con las lámparas más eficientes existentes en el mercado.

Argumentos económicos:

- Rápido retorno de la inversión.
- Ahorro energético.
- Reducción de gastos de mantenimiento, no es necesario reemplazarlos cada 3 años.
- Vida útil superior, sin reducción de la intensidad y calidad de iluminación.

Argumentos ambientales:

- No contienen materiales tóxicos.
- El sodio nunca se ha acabado de consumir en el interior de las lámparas cuando éstas agotan su vida útil, mientras el mercurio es una sustancia altamente contaminante.
- El uso de LEDs permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Además:

- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni períodos de arranque: son fácilmente controlables.
- Proporciona un mayor confort visual.
- Los LEDs no tienen filamentos u otras partes mecánicas sujetas a rotura ni a fallos por ‘fundido’, no existe un punto en que cesen de funcionar, sino que su degradación es gradual a lo largo de su vida.



## 2.3 Tecnología LonWorks.

Para el desarrollo del sistema de telegestión del alumbrado público se va a utilizar la tecnología LonWorks que describe de manera efectiva una solución completa a los sistemas de control, proporcionando una solución a los múltiples problemas de diseño, control, instalación y mantenimiento de redes de control.

LonWorks es una tecnología diseñada por la compañía Echelon en 1992 para facilitar la comunicación telemática entre nodos sin perder recursos de cálculo, en donde cada nodo está constituido por un microcontrolador que recoge la información de red y la comunica a los actuadores.

### 2.3.1 Principales características:

Posee las ventajas de un sistema de control distribuido: más potente, flexible, y ampliable que un sistema de control centralizado y por sus características es el estándar de mayor aceptación para la implementación de sistemas abiertos de control distribuido:

- **Ofrece una amplia gama de aplicaciones y versatilidad de adaptación.** Se puede usar en cualquier aplicación, desde supermercados a plantas petrolíferas, desde aviones hasta ferrocarriles, desde medición por láser a máquinas de mecanizado, desde rascacielos a viviendas particulares etc.
- Una de las principales ventajas que proporciona es la **interoperabilidad**, lo que permite elegir productos de diferentes fabricantes, lo que conlleva a un incremento de la oferta del mercado mejorando la calidad y reduciendo los costos. Además, los sistemas interoperables permiten un mejor mantenimiento de los edificios al no importar quién ha fabricado cada subsistema.
- Es un **protocolo estándar a nivel mundial**, cumple con las normativas internacionales, americanas y europeas.
- Al implementar el modelo de referencia OSI, ofrece servicios tales como el reenvío automático tras una pérdida de trama o la autenticación del emisor de la trama.
- Es **compatible con Internet**, con las múltiples ventajas que ello conlleva.
- **Soporta cualquier medio de transmisión y topología libre**, como par trenzado, que es el medio más común, Ethernet TCP/IP, que es un protocolo de transporte para LonWorks, la línea de conducción eléctrica o Power Line, radio y fibra óptica.
- **Adecuado para control y gestión.**
- **Minimiza tiempo de instalación y ampliación.**
- **Ofrece más robustez y fiabilidad a un bajo coste** en comparación con otros sistemas.
- **Facilidad de ampliación.**



Consiste en un conjunto de dispositivos inteligentes, o nodos, que se conectan mediante uno o más medios físicos y que se comunican utilizando un protocolo común, **el protocolo LonTalk**. Este protocolo implementa las 7 capas del modelo OSI usando una mezcla de hardware y firmware sobre un chip de silicio, evitando cualquier posibilidad de modificación intencionada. Se incluyen características como gestión de acceso al medio, reconocimiento y gestión punto a punto, y servicios más avanzados tales como autenticación de remitente, detección de mensajes duplicados, colisión, reintentos automáticos, soporte de cliente-servidor, transmisión de tramas no estándar, normalización y identificación de tipos de datos, difusión unicast/multicast, soporte de medios mixtos y detección de errores.

### 2.3.2 Principales componentes.

- **Protocolo de comunicaciones LonTalk.** Consiste en una serie de servicios que soportan la comunicación entre los nodos de una red domótica y hace uso eficiente del medio o los medios de comunicación utilizados para dar soporte a la red.
- **Chips Neuronales o Neuronas.** Cada nodo de la red está constituido por un NEURON CHIP, fabricado por Motorola y Toshiba, que procesa todos los mensajes originados por el protocolo, gestiona entradas y salidas y almacena los parámetros específicos de la instalación. Posee tres procesadores: dos para comunicación (procesador de acceso al medio y procesador de red) y uno para aplicación (procesador de aplicación).

El lenguaje de programación es el Neuron C, una variante especializada del C, para soportar un lenguaje orientado a objetos muy flexible en el desarrollo de aplicaciones.

- **Transceptores de LonWorks.** El usuario puede elegir entre distintos transceptores de comunicaciones de tecnología LonWorks. Tenemos:
  - Transmisor –receptor de cable par trenzado a 78 kbps. Permite distancias de hasta 1400 metros en topología tipo bus y permite un mayor aislamiento entre el nodo y la red eliminando mejor el ruido.
  - Transmisor –receptor de cable par trenzado a 1.25 Mbps. Permite distancias de hasta 130 metros y también permite un mayor aislamiento entre el nodo y la red eliminando mejor el ruido.
  - Transmisor –receptor para la red de baja tensión, es útil cuando no queremos realizar un tendido de cableado adicional.
  - Transmisor –receptor de radiofrecuencia. Existe una serie de transceptores de RF disponible para las comunicaciones inalámbricas.
- **Software de Gestión de Red y Aplicaciones.** La instalación requiere conectar los dispositivos con los medios físicos y describir qué dispositivos necesitan comunicarse, introduciendo las variables de red en los dispositivos de aplicación usando programas de instalación y gestión.



- **Dispositivos para el funcionamiento de una red LonWorks.** Para simplificar el enrutamiento de los mensajes, el protocolo de LonTalk define una forma jerárquica de direccionamiento, usando nivel de dominio, nivel de subred y nivel o dirección del nodo. Además se pueden direccionar un grupo de nodos usando direcciones de dominio y grupo.

**Canal.** Es el medio físico del transporte para los mensajes de LonTalk. Es la unión física de los distintos nodos.

De esta forma, son dispositivos de red:

- Router. Comunica canales del mismo o distinto medio físico de modo selectivo.
  - Repetidor. Comunica canales del mismo medio físico.
  - Pasarela. Comunica canales de distintos dominios.
  - Puente. Comunica canales del mismo o distinto medio físico dentro del mismo dominio.
- **Interfaces de red.** A través de ellos se pueden interconectar otros elementos no basados en el protocolo LonTalk, como ordenadores, PLCs etc.

### 2.3.3 Variables de red.

La comunicación entre los nodos de la red LonWorks, se lleva a cabo usando las variables de red que se definen en cada nodo. El desarrollador del producto define las variables de red cuando crea el programa de aplicación.

Las variables de red se comparten por múltiples nodos. Cada vez que el programa correspondiente a un nodo escribe un nuevo valor en una de sus variables de salida, el nuevo valor se propaga a través de la red a todos los nodos con las variables de entrada vinculadas a dicha variable de salida. Esta acción se gestiona a través del protocolo LonTalk.

### 2.3.4 Asociaciones:

Existen diferentes organizaciones que impulsan el conocimiento y desarrollo de la tecnología LonWorks como: LonMark España (LME), es la asociación de usuarios de la tecnología LON (Local Operating Network) creada por empresas líderes en los diferentes sectores de aplicación de la tecnología. Se fundó en 2004.

Agrupar fabricantes, integradores, instaladores, centros docentes y usuarios.

Algunos de sus miembros son EBV Elektronik GmbH, Echelon Europe Ltd, ERCO Iluminación, ISDE, Schneider Electric, TEMPER Clima, e-Controls y Unitronics.

Su principal proveedor es ECHELON, la compañía norteamericana que creó este estándar.



## SERVICIOS DE UNA SMART CITY



### 3. SERVICIOS DE UNA SMART CITY.

#### 3.1 Estudio de las funcionalidades de una ciudad.

Una ciudad es una entidad urbana con alta densidad de población en la que predominan fundamentalmente la industria y los servicios. Con la irrupción de las nuevas tecnologías nace el concepto de “ciudad inteligente” como una ciudad donde se aplican conceptos de planeación urbana, distribución de espacios, telecomunicaciones digitales y automatización de una forma coherente, combinados todos estos elementos con la calidad de vida de sus habitantes y la competitividad económica.

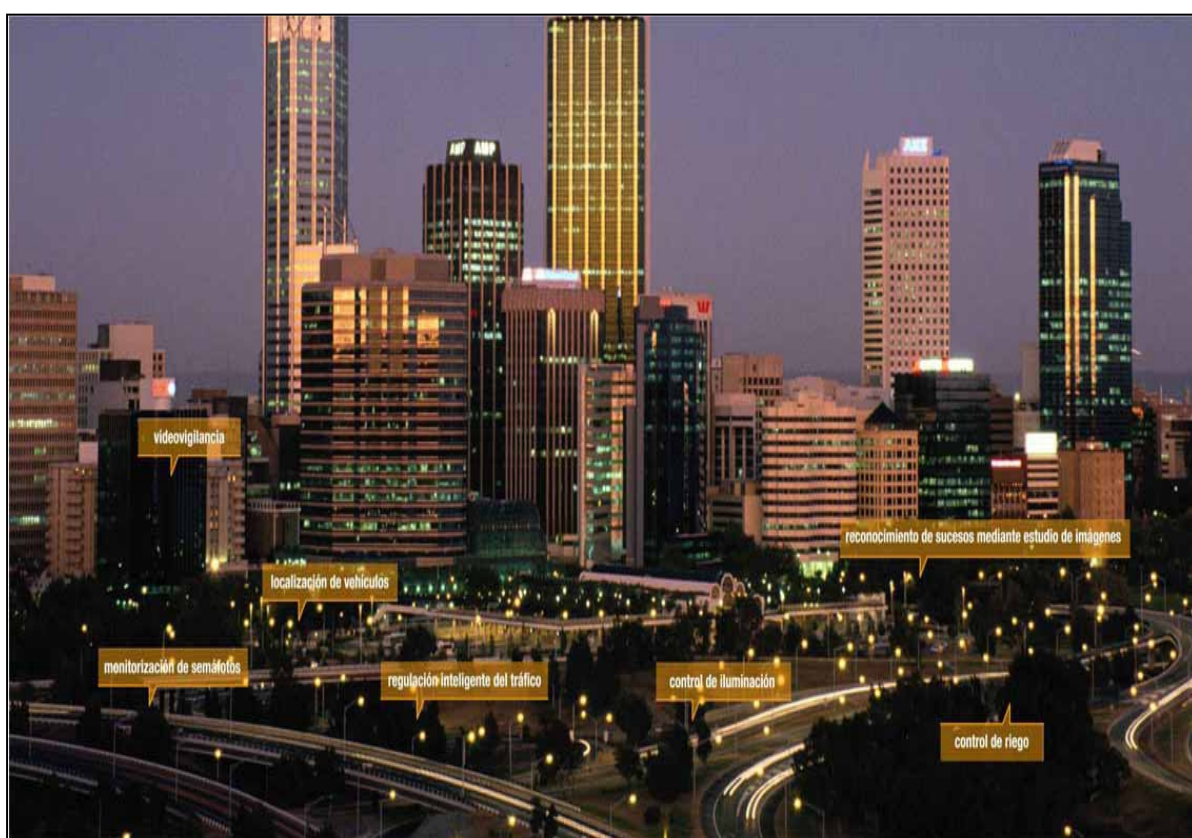


Figura 4: Ciudad Digital, fuente: EasyLife.

(Monitorización de semáforos, videovigilancia, localización de vehículos, regulación inteligente de tráfico, control de iluminación, control de riego, reconocimiento de sucesos mediante estudio de imágenes.)

Teniendo en cuenta que una de las principales características de la Smart City es que aporta servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, mejorando la calidad de vida de los usuarios y haciendo un mundo más sostenible, algunas de las funcionalidades que se pueden implantar en el barrio son las siguientes:



### 3.1.1. FUNCIONALIDADES TÉCNICAS.

#### 3.1.1.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIOAMBIENTE.

En el ámbito de la eficiencia energética y, en general, de la sostenibilidad y la mejora de la gestión de los recursos, las Smart Cities tienen mucho que aportar.

La gestión de la energía se está convirtiendo en un tema prioritario en las sociedades modernas. El aumento del precio de la energía y el cambio climático obligan a un uso cada vez más eficiente de la energía al mismo tiempo que se incrementa el uso de renovables (energías fotovoltaica, geotermal, eólica, biomasa, etc.).

En este sentido, son muchas las ciudades que ya están desplegando redes inteligentes de gestión de la energía así como integrando las fuentes de energías renovables en las actuales redes eléctricas. Este concepto también se conoce como Smart Grid.

Estas ideas se combinan con los servicios que ayudan a ahorrar energía en edificios e infraestructuras (Smart Building), o a los propios consumidores, así como con los sistemas de transporte inteligente, que también ayudan a optimizar el gasto energético en este sentido.

- **Gestión de la iluminación pública.**

Una de las finalidades del alumbrado público es proporcionar una iluminación suficiente que ofrezca la máxima seguridad tanto al tráfico rodado como a los peatones durante las horas de oscuridad, facilitando, por tanto, la movilidad urbana. Por este motivo es fundamental que funcione con la máxima seguridad y fiabilidad, así como con el mínimo coste de explotación y mantenimiento.

Se puede conseguir:

- **Ahorro energético.**  
El sistema incorpora detectores de luz que regulan la iluminación según el nivel de luminosidad del ambiente y detectores de presencia que permiten el encendido lógico de las luminarias. Hasta las 22:00h las luminarias se encuentran al 100% de su potencia. A partir de esta hora bajan al 30% y es cuando empiezan a actuar los sistemas de detección. En caso de detección las lámparas se encienden al 80%.  
  
El uso paneles de captación solar en pantallas informativas, farolas etc. consiguiendo un ahorro energético y menor coste.
- **Control y gestión de la instalación,** para mantenerla en perfectas condiciones con el paso del tiempo. El sistema incorpora un interfaz de usuario desde donde se puede llevar a cabo el control de las diferentes funciones y su configuración, detección de averías etc. por parte del personal de mantenimiento de manera sencilla y eficaz.
- **Fiabilidad.** Puesto que se trata de un sistema robusto.





- **Medición de parámetros ambientales.**

Otro campo que es necesario monitorizar en el ámbito de las ciudades tiene que ver con el seguimiento de los parámetros ambientales. Se trata de medir la calidad del aire, la calidad del agua, el ruido, la humedad, la temperatura, la concentración de polen, etc.

- Estación meteorológica.

Una estación meteorológica cuenta con una serie de sensores en varios puntos de la ciudad, que pueden ofrecer información en tiempo real de parámetros ambientales como velocidad del viento, dirección del viento, cantidad de lluvia, presión atmosférica, temperatura del aire y humedad relativa. Los valores pueden ser tanto registrados como observados en tiempo real desde una estación remota. De igual manera se puede controlar el nivel de gases tóxicos en el ambiente (CO<sub>2</sub>, óxidos y ácidos) y el ruido ambiental mediante sonómetros. También se podrían observar parámetros como radiación solar, visibilidad, evaporación, humedad y temperatura del suelo, nivel de agua y nieve, etc.

- **Energías renovables.**

Tienen como gran ventaja la de reemplazar a otras fuentes de energía como combustibles fósiles o nucleares. También es una energía autónoma y descentralizada, que procede de una fuente gratuita e inagotable. Se trata de una energía limpia y segura.

- **Gestión de parques y jardines públicos.**

Actualmente las zonas verdes están cobrando más importancia en todo entorno urbano puesto que fomentan la protección del paisaje y del medio ambiente haciendo cada vez más importante su gestión y mantenimiento.

En el ámbito de la gestión de los parques y los jardines, el uso de sistemas de automatización de riego hace posible controlar a través de programadores y temporizadores el momento en el que se riega. Esto, complementado con la información proporcionada por pluviómetros, puede ajustar el riego y ahorrar mucha agua en el contexto de las ciudades.

Permite las siguientes funcionalidades:

- El riego se puede programar por horario, de forma semanal e incluso por épocas del año.  
También se puede condicionar a un sensor de humedad captando la humedad del terreno de modo que si llueve no será necesario que el sistema entre en funcionamiento.
- También permite el control y gestión por parte del personal de mantenimiento desde una central, pudiendo ver en cada instante si se ha producido una avería, valores de humedad, configurar la programación etc. Todo esto de manera cómoda y eficaz para los trabajadores.
- Mediante una red mallada de nodos que actúan de manera autónoma, se controla el riego de zonas ajardinadas, se consigue un mayor ahorro en el regadío y la posibilidad de proporcionar a cada especie la cantidad de agua que necesita con exactitud.



### 3.1.1.2 SEGURIDAD.

La seguridad es una de las funciones básicas y más importantes que se gestionan en una ciudad ya que a medida que las ciudades crecen la gestión de la seguridad pública se complica ya que para asegurarla es necesario coordinar una gran cantidad de recursos y agentes.

Engloba la seguridad de las personas, que proporciona bienestar y calidad de vida, y seguridad de los bienes materiales, que contribuye a su buen mantenimiento y al menor coste posible.

Permite:

- **Vigilancia automática de personas.**

Es una de las principales aplicaciones futuras dado la importancia que tiene. Consiste en la localización de personas o animales que requieren especial atención: niños, personas mayores o animales domésticos. Para ello, se les incorpora un dispositivo que, mediante transmisión inalámbrica, se comunique con una central receptora u otras personas que estén a cargo.

- **Vigilancia automática de bienes (parques, polideportivos etc.) e incidencias (robos, accidentes etc.).**

Se trata de mobiliario urbano inteligente, al que se le incorporan nuevas funcionalidades mediante la incorporación de sensores, conexiones inalámbricas, etc. que envíen información a una central de control acerca de las instalaciones. Además se incorporan cámaras de vigilancia en puntos estratégicos que aporten más información.

- **Vigilancia automática de averías para el control, gestión y mantenimiento de redes públicas: telecomunicaciones, gas, agua, fecales etc.**

A través de alarmas que proporcionan:

- Detección de incendios.
- Detección de fallos de suministro eléctrico, fugas de agua, fallo en la línea telefónica etc.

Todas están conectadas a una central receptora de alarmas y si se activa una de las alarmas se da aviso a un encargado que tomará las medidas necesarias.

- **Localización de vehículos.**

La instalación en lugares estratégicos dentro de la ciudad de diversas cámaras puede facilitar, a través del reconocimiento de matrículas, el seguimiento de un vehículo que sea sospechoso. La alarma se accionará automáticamente y puede avisar a los cuerpos de seguridad de manera temprana para una rápida intervención.

El uso del control de accesos de vehículos basado en el reconocimiento de matrículas es cada vez más habitual, ya no sólo en la entrada de aparcamientos privados, sino que gracias a la tecnología se hace posible este control en movimiento.



- **Identificación de sucesos.**

Gracias al reconocimiento de acontecimientos en lugares públicos o zonas de acceso restringido, pueden evitarse situaciones de peligro para la ciudadanía. El sistema identifica y reconoce objetos y personas.

- **Infracciones con semáforo en rojo.**

Con esta tecnología es una realidad la identificación de vehículos que no respeten la señalización, ya que es capaz de realizar una foto al vehículo antes de entrar en la intersección y también al salir de la misma, la cual puede ser empleada para imponer la infracción correspondiente.

- **Videovigilancia.**

Los nuevos servicios de banda ancha han hecho posible la generalización del uso de sistemas de vídeo IP, y los fabricantes de cámaras han adaptado sus productos para trabajar bajo redes IP de bajo coste.

Actualmente existen diferentes modelos de cámaras de vigilancia que transmiten sus imágenes a través de Internet y se controlan de forma remota, detectando cualquier movimiento e informándonos al momento de lo que está sucediendo. Además no requieren cableado para su instalación.

Se colocan cámaras de vigilancia en aparcamientos, ayuntamientos y organismos oficiales, peajes y áreas de servicio, etc.

### 3.1.1.3 MOVILIDAD URBANA.

La movilidad en las ciudades es un problema cada vez más acuciante. Es por ello que esta iniciativa es una de las más implementadas bajo el concepto de Smart City. El concepto de movilidad se refiere a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de las infraestructuras y sistemas de transporte, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional.

Uno de los mayores problemas en el ámbito de la movilidad es la congestión del tráfico, que tiene un impacto negativo muy considerable en la calidad de vida de la ciudad tanto por la disminución de la productividad, como por el empeoramiento de la calidad del aire, así como por la contaminación acústica que conlleva.

Permite una mejora de los tiempos de desplazamiento por una ciudad, una disminución de la emisión de gases contaminantes y ahorro de combustible.

Se puede llevar acabo:

- **Gestión del tráfico en tiempo real.**

Las soluciones en este sentido tratan de facilitar al conductor la información en tiempo real del tráfico, así como gestionar las incidencias en carretera, las zonas en obras, el *timing* de los semáforos y la señalización, entre otras. A esto hay que sumar la actualización de los mapas, las recomendaciones sobre las rutas óptimas en términos de tiempo o de distancia así como los consejos para favorecer conductas ecológicas al



volante, el también denominado *ecodriving*, que minimicen el impacto de los vehículos en el medioambiente.

Estos sistemas son capaces de realizar un seguimiento y una localización de vehículos en tiempo real y adaptar la gestión del tráfico según las condiciones actuales o previstas, además de adaptarse a situaciones especiales como la creación de un carril rápido para servicios de urgencias (p. ej. ambulancias, policía, bomberos etc.).

En definitiva, se pretende:

**- Comunicaciones entre vehículos (V2V) y de estos con la infraestructura (V2I).**

Los vehículos pueden compartir información acerca del tráfico y del estado de las carreteras, aportando seguridad. Así, cualquier coche, camión, autobús o bicicleta que tenga problemas podría alertar a otros, y éstos a su vez a otros, para que todos puedan disminuir la velocidad y estar atentos. Asimismo, si comienza una fuerte lluvia o nevada, o algún sector del camino se encuentra congelado, se podría dar aviso a quienes pasen, para que extremen precauciones.

**- Control y monitorización de semáforos.**

Actualmente los planes de regulación semafórica en las intersecciones importantes se establecen en función del tráfico. Lo que se hace es establecer planes "tipo" para cada situación estándar del tráfico. De acuerdo con los estudios de tráfico que se realizan, se establecen planes de hora punta, etc. (Patrones de tráfico).

En la Smart City, se pretende tener una regulación inteligente del tráfico, que resuelva de forma rápida las incidencias que puedan darse en cualquier punto de la red urbana. Con esta tecnología se evitan las dificultades ocasionadas, por ejemplo, por el fallo de un semáforo. Se trata de una aplicación que permita observar en tiempo real el estado de los distintos grupos semafóricos en intersecciones.

Se pueden regular los semáforos según:

- El tráfico existente y zonas peatonales.
- Eventos, ambulancias, recogida de basura, policía, bomberos etc. que facilite y mejore los servicios que se ofrecen en toda ciudad y sobre todo los servicios de urgencia.
- Reconocimiento de sucesos mediante sistemas de estudio de imágenes.  
El reconocimiento de imágenes permite programar alarmas cuando se reconozcan situaciones, como la presencia de un vehículo que esté parado en la vía o la presencia de personas. Es una potente herramienta a emplear en lugares críticos, como los puntos negros de las carreteras.

Para el control de los semáforos se pueden colocar cámaras de vigilancia en los puntos conflictivos que conecten con una central receptora y un sistema que permita al personal de mantenimiento configurar los semáforos según horario, averías, incidentes etc. y su control según eventos desde la central de forma sencilla y eficiente. Puede contarse también con sensores específicos para responder automáticamente a las diferentes circunstancias del tráfico cambie la cadencia de los semáforos.



- **Gestión de aparcamientos.**

Algunos de los beneficios que proporciona la gestión de aparcamientos son la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y una mejora de la circulación.

Estas aplicaciones se valen de sensores distribuidos por la ciudad que permiten identificar las plazas libres de aparcamiento, mejorar la monitorización de los parquímetros y facilitar la ocupación de las plazas, evitando así desplazamientos inútiles y minimizando el tiempo de circulación de los vehículos. Esta iniciativa además se puede completar con el pago a través del móvil.

También se pueden identificar ocupaciones no autorizadas y tener la posibilidad de reservar espacios libres vía web por parte de las empresas que realizan repartos de mercancías.

Para ello, se pueden incorporar:

- Sistemas de ayuda al aparcamiento a través de señales luminosas verdes en cada plaza individualmente y paneles informativos en las zonas de paso de los vehículos que den información acerca del número y localización de plazas libres.
- Sistemas de reconocimiento de matrículas. Sistemas que permitan el control de aparcamiento de la zona azul, permitiendo el pago desde cualquier lugar a través del teléfono móvil y, además, aporten información acerca del estado del vehículo.

- **Gestión transporte urbano.**

Es importante dado el crecimiento de la población en las ciudades así como los nuevos hábitos de vida, mejorando su eficiencia, permitiendo predecir mejor la demanda para optimizar el uso, reduciendo los costes operacionales, aumentando la seguridad y en general, mejorando la experiencia de usuario.

Estas aplicaciones usan sensores y analítica en tiempo real para, por ejemplo, predecir la llegada de autobuses o trenes y así poder informar a los pasajeros, bien sea mediante SMS o a través de tableros de información en estaciones, paradas o incluso dentro de los propios medios de transporte. Con toda esta información además es posible replanificar rutas, disponer de sistemas integrados de horarios, de sistemas de venta de tickets, localizar en tiempo real los diferentes metros y autobuses, medir la densidad de pasajeros, etc.

- **Pago de peajes.**

Se trata de aplicaciones que facilitan el pago de peajes sin necesidad de parar, usando para ello diferentes tecnologías de radiofrecuencia.

- **Soporte al uso de vehículos eléctricos.**

Se incluyen en este grupo las aplicaciones para la industria de los vehículos eléctricos cuyo despegue y desarrollo requiere de la incorporación de soluciones innovadoras de comunicaciones, como, por ejemplo, de sistemas que permitan conocer



en remoto el nivel de batería del coche, reservar la recarga del vehículo en un lugar y momento oportunos, o permitir los pagos asociados.

- **Servicios de compartición de vehículos.**  
Sistemas dinámicos para compartir coche.

### 3.1.1.4 RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS.

Otro conjunto significativo de aplicaciones son las relativas a la gestión de los residuos urbanos.

- **Recogida de basura:**

La recogida y gestión de residuos (basuras) puede realizarse a través de camiones, neumática o recogida de basura hidráulica.

La recogida de basuras neumática es ahora mismo la más eficaz e innovadora. Es un sistema que facilita una recogida de basuras más limpia y menos ruidosa. Adquiere especial atractivo en el caso de los espacios urbanos antiguos, donde por una parte, la instalación de contenedores en estas casas provoca una "contaminación estética" y, por otra, en muchos lugares, debido a la estrechez de las calles, resulta problemática la colocación de los contenedores y su posterior recogida, dada la imposibilidad de acceso de los camiones de basura. Esta alternativa a la acumulación de residuos contempla dos sistemas:

- El sistema de recogida neumática **fijo o estático** consiste en unos buzones colocados en la calle o en compuertas de vertido en el interior de los edificios. En ellos hay un hueco en el que cada vecino puede depositar la basura cuando desee, sin limitación de horario. Estos residuos se transportan a diario desde las viviendas, edificios y lugares donde se generan las basuras a través de la red de tuberías subterráneas, conectadas con los buzones para hacerlos llegar a una planta o central a una velocidad de 60 kilómetros por hora mediante una fuerte corriente de aire.

Una vez allí se tratan en función de su composición. La principal ventaja de estas plantas es que posibilitan técnicamente diferenciar destinos. Permite que funcione correctamente en zonas donde era impensable realizar recogidas selectivas de manera tradicional. En estos centros de tratamiento, la basura queda organizada en contenedores y el aire propulsor se filtra para ser emitido limpio a la atmósfera. Las plantas de tratamiento pueden ser de reciclaje o de simple recogida y recepción de residuos. Más tarde, los contenedores son retirados de la central mediante un camión y cada fracción de basura se envía a su destino.

- El **sistema móvil** se caracteriza por el hecho de que los puntos de recogida se encuentran situados de manera estratégica y son los camiones los que se conectan a esos puntos y recogen por succión las basuras almacenadas en los contenedores. De esta forma, no tienen por qué circular en el área residencial.





El sistema de recogida fijo es más popular, aunque los expertos apuestan por uno o por otro según el volumen de basuras. El fijo, debido a su mayor presupuesto por la necesaria construcción de un local para el agrupamiento de los residuos y su posterior envío a las plantas de tratamiento, es más adecuado para municipios o áreas urbanas muy pobladas, mientras el móvil se recomienda en comunidades más pequeñas.

- **Gestión de recogida de basura.**

La problemática de la gestión de la recogida de basuras en contenedores es que no se conoce el nivel de ocupación de los contenedores hasta que se llega a ellos. En ocasiones, están a rebosar (incrementando la problemática ciudadana de suciedad a la vía pública) y en otras tienen un nivel mínimo de ocupación cuando se recogen. De esta manera, el disponer de un sistema que permita controlar remotamente el nivel de los contenedores optimiza la actividad de recogida, priorizando zonas con contenedores muy llenos, a la vez que mejora el servicio. El desarrollo de los servicios de gestión de contenedores está suponiendo a los municipios un ahorro en la necesidad de transporte de hasta el 25% (según el tipo de residuo).

En este sentido se usan sensores que avisan, por ejemplo, cuando los contenedores están llenos y por lo tanto ajustan la retirada de los residuos a las necesidades reales de la ciudad.

### 3.1.1.5 TELECOMUNICACIONES.

Las telecomunicaciones permiten al ser humano crear redes para mantenerse conectado unos a otros e intercambiar archivos, gracias a las nuevas tecnologías Zigbee, GPRS y WIMAX.

- **Aplicaciones WIFI a las ciudades y transporte urbano.**

Cada vez son más las ciudades WIFI, ciudades con redes WIRELESS municipales que hacen uso de la red eficiente, racional y óptima de sus infraestructuras, apuestan por la Sociedad de la Información y generan capas de servicios para los ciudadanos.

Los ciudadanos pueden conectarse a la Red desde cualquier parte de la ciudad, en el transporte público, en los hogares, en los parques etc. Teniendo en cuenta el ritmo de vida que llevamos así como el tema de movilidad, un tipo de conexión básica, en “cualquier” sitio es un servicio deseable, para poder consultar el email, o simplemente realizar una búsqueda.

Aporta beneficios como:

1. Sanidad: Aparecen nuevas aplicaciones, que van desde la posibilidad de que los historiales médicos de cada paciente estén accesibles en tiempo real y en todos los centros sanitarios, hasta un conocimiento de las urgencias sobre el terreno mucho más eficiente gracias a las prestaciones GPS que identificarán sobre el mapa cualquier eventualidad, afecte a una sola persona o al conjunto de la ciudadanía.
2. Educación: Alcanza, desde la investigación de primera línea en tiempo real, al establecimiento de bibliotecas virtuales de acceso inmediato y ubicuo.



Actualmente, los proyectos existentes no son muchos. El principal problema es el coste del servicio.

Existen diferentes opciones:

- Se ofrece el servicio por una cuota mensual.
- El servicio se financia con publicidad. Es uno de los avances que se ha conseguido en este sentido. Al conectarte, la página de inicio tiene publicidad, optimizada a tu ubicación geográfica.
- Se ofrece el servicio pero restringido. Por ejemplo en Barcelona, habrá WIFI gratis pero con limitaciones ya que sólo se puede ofrecer gratis y sin limitaciones en las zonas donde los operadores no estén presentes. El servicio funcionará en horario de las oficinas públicas durante un tiempo como mucho de una hora al día y bloqueará el acceso a contenidos pornográficos, redes de intercambio P2P y sitios de descargas en general.
- Frente a las redes municipales, otra alternativa que está cada vez más en auge son las redes WIFI libres, comunidades de personas que instalan routers abiertos en sus domicilios para compartir la señal.

Aparte de los problemas presupuestarios hay otros. En primer lugar, habría una explicación tecnológica, ya que Wi-Fi nunca fue pensado para cubrir grandes áreas. Cuando la señal se encuentra con algún impedimento, como un muro, un árbol o un cartel publicitario no funciona muy bien.

Finalmente, habría un problema de concepto. Los proyectos que ahora están abandonando las ciudades pretendían gastar el mismo dinero en cubrir áreas donde la gente no necesita Internet (como en un parque) que en llevar la red a zonas de la ciudad donde la gente sí que pagaría por navegar. Gowex es una de las principales compañías que asesora a los municipios en sus despliegues.

#### - **WIFI en los autobuses urbanos.**

Los ayuntamientos pueden ofrecer acceso a Internet vía WIFI en los autobuses urbanos. El servicio es gestionado por la empresa pública correspondiente y debe ser aprobado por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT). Hay dos opciones para ofrecer el servicio:

- Cobrar por él un suplemento en el billete.
- A través de un patrocinio publicitario.

#### - **WIFI en autobuses de transporte.**

Existen ya autobuses de lujo, autobuses que disponen de un enchufe para cada asiento para poder conectar el móvil o el ordenador portátil y ofrecen servicio de acceso a Internet gratis. Por ejemplo, la empresa de autobuses ALSA en España, en la serie SUPRA, ofrece conexión WIFI a sus pasajeros.

En Inglaterra, la empresa de autobuses Oxford Tube es la primera que ofrece el servicio en su trayecto Londres-Oxford y en EE.UU hay varias compañías que ofrecen este servicio y en EE.UU hay varias compañías que ofrecen este servicio.





### 3.1.2. FUNCIONALIDADES SOCIALES.

Además de las funcionalidades técnicas también son importantes las funcionalidades sociales puesto que la participación de los ciudadanos en la construcción de la ciudad es muy importante.

#### 3.1.2.1 PANELES INFORMATIVOS.

Se pueden incorporar en las ciudades puntos que aporten información básica sobre museos, bibliotecas, libros, periódicos, información meteorológica, jurídica, fiscal, empleo, turística, atascos, callejero etc.

Es un proyecto innovador que ya es real en algunas zonas como Barcelona. Dichos puntos se llaman Smart Point, es un nuevo canal publicitario y de información ciudadana. Está formado por un revolucionario diseño de mobiliario urbano con una pantalla LCD incluida en la que se muestran todo tipo de contenidos audiovisuales, informativos o publicitarios, permanentemente actualizados vía Wimax.

#### 3.1.2.2 GESTIÓN MÉDICA.

El campo de la medicina es en muchas ocasiones el objeto de muchos proyectos de investigación por lo que está en continuo avance y desarrollo. Además, es uno de los principales servicios que se ofrecen en una ciudad.

La tecnología puede ayudar a la contención de los costes de asistencia sanitaria y contribuir al mantenimiento de los niveles esperados de calidad del servicio.

Puede aportar servicios como:

- **Telemonitorización y telemedicina:** visitas a domicilio, conexión con hospitales, medicina monitorizada, optimizar rutas de enfermeras etc. Es una atención domiciliar a distancia dirigida a apoyar y acompañar a los pacientes para mejorar sus conductas de autocuidado, como diabetes.
- **Teleasistencia:** Alarmas que avisen a una central receptora de la necesidad de un servicio médico rutinario o de urgencia.

Los sistemas de teleasistencia facilitan la vida independiente de personas con necesidades especiales, ancianos y enfermos. A estos se les suman los sistemas de localización que permiten ofrecer asistencia a domicilio a personas mayores en un tiempo más corto.

Los servicios más frecuentes en este ámbito dotan a los usuarios de brazaletes con identificativos GPS que permiten localizarlos para seguir su estado de salud y su medicación. Se pueden además complementar con los sistemas de diagnóstico remoto en el hogar del paciente, que permiten monitorizar el estado de las señales vitales, la presión sanguínea, los niveles de glucosa, etc., y sirven para evitar desplazamientos a los centros de salud que pueden resolverse con un seguimiento remoto.



- **Telemonitorización y telemedicina.**

En este ámbito destacan las soluciones que facilitan el seguimiento del estado de salud a través de mediciones de signos vitales usando bio-sensores. Se trata de sistemas que facilitan la monitorización de los pacientes y que pueden servir como puente entre el hospital y el hogar, permitiendo a los enfermos estar en sus casas y ser atendidos a distancia tanto para diagnóstico como para tratamiento y seguimiento de la enfermedad.

El elemento central es precisamente la **historia clínica electrónica** con la que es posible compartir información y colaborar entre los hospitales, las farmacias y las consultas de atención primaria.

Estos sistemas de información se complementan con las aplicaciones de telemedicina, facilitando la compartición en tiempo real de la información que se maneja habitualmente en la práctica sanitaria, como el historial clínico electrónico o los resultados de las pruebas diagnósticas. Adicionalmente permite a los profesionales el intercambio de opiniones, conocimientos e información con el fin de mejorar los procesos de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de los pacientes.

- **Teleasistencia**

En el ámbito de la sanidad se tiende a ofrecer hoy en día la mayor calidad asistencial aprovechando al máximo los recursos de los centros asistenciales y sanitarios. Por ello, se procura reducir la estancia de pacientes en centros hospitalarios y se promueve que los ancianos o personas con discapacidad vivan en sus propias casas con ciertas medidas de supervisión, en lugar de vivir en residencias o centros especializados.

El hecho de trasladar al hogar ciertos servicios asistenciales incrementa su potencial de rehabilitación, les proporciona una mayor libertad, reduce costes de transporte, conlleva una mejora de la calidad de vida de los usuarios, etc.

En la teleasistencia se pueden distinguir dos tipos distintos de servicios. Por un lado, los orientados a personas mayores que viven solas o a personas con discapacidad, para los cuales se establece un cuidado permanente desde un Centro de Atención capaz de reaccionar con la debida urgencia en caso de alarma (**teleasistencia social**). Y por otro lado, estaría la provisión en el hogar de servicios para los que actualmente el paciente debe desplazarse o estar ingresado en un centro médico (**teleasistencia sanitaria**).

➤ **Teleasistencia Social**

A continuación se mencionan algunos de los potenciales servicios que pueden proveerse en este campo:

- **Gestión de Alarmas:** Captura, recepción, identificación y gestión de alarmas generadas por dispositivos instalados en las viviendas de los Teleasistidos, así como la monitorización de dichas alarmas desde el puesto de control de los supervisores, y el registro de históricos de alarmas y facilidades para obtención de distintas estadísticas.



Se puede instalar un dispositivo de emergencias en la casa, conectado al teléfono, que permita la comunicación inmediata con los operadores del servicio presionando solo una tecla. Además, se dota al "tele-asistido" de un mando a distancia para emergencias, un pequeño pulsador que deben llevar colgado en todo momento y que, al ser pulsado, avisa a estos operadores, que tienen a su disposición al inicio de la comunicación el historial de la persona con la que hablan.

Por otro lado, si se entrega una copia de la llave de la casa a varios vecinos o conocidos que viven cerca del domicilio, en caso de emergencia, los operadores contactan con ellos y les envían a la casa a comprobar el estado del "tele-asistido", de modo que la respuesta inicial es casi inmediata.

- **Agenda de Avisos del Teleasistido:** Gestión de citas y recordatorios para informar al Teleasistido de citas médicas, tomas de su medicación, etc. introducidas previamente por el supervisor de forma remota, con entrega al usuario de estos avisos mediante balizas sonoras y luminosas, mensajes de texto en el televisor, mensajes cortos al móvil o acceso a la propia agenda.
- **Gestión de Información de los Teleasistidos:** Registro y acceso a todo tipo de datos relevantes del teleasistido: personales, información de las personas de contacto, patologías sufridas, etc.
- **Servicio de Videoconferencia:** Para mantener conversaciones a distancia entre el proveedor de servicios y el usuario (con los médicos, asistentes sociales, psicólogos, familiares...) con interfaz de fácil manejo y muy intuitiva.
- **Servicio de Difusión de Contenidos Multimedia a la Carta:** Consiste en la emisión bajo demanda de vídeos relacionados con terapias y explicativos de las actividades a realizar por los teleasistidos.
- **Monitorización de Constantes Biomédicas del Teleasistido:** Medidas obtenidas mediante dispositivos médicos, con el fin de hacer un seguimiento de la salud del Teleasistido. Entre los dispositivos médicos aplicables se pueden citar: glucómetro, pulsiosímetro, tensiómetro, electrocardiograma etc.
- **Monitorización Remota del Hogar del Teleasistido:** Mediante cámaras de red situadas en determinados puntos de la vivienda con supervisión individual una a una, con recorrido automático por todas ellas, etc.
- **Geo-localización del Teleasistido:** Localización del teleasistido, tanto cuando se encuentra fuera de su domicilio, como cuando se encuentra dentro del mismo y ha tenido lugar una situación de emergencia.

### ➤ Teleasistencia Sanitaria.

La mejora del seguimiento es posible gracias a la implantación de tecnologías de la información que han hecho posible la existencia de ciertas funcionalidades. Entre ellas, destaca la tele-monitorización de constantes vitales del paciente mediante la medición remota por parte de distintos dispositivos médicos, por ejemplo: un tensiómetro, un pulxímetro y un glucómetro conectados a la red interna de la vivienda. Otro servicio fundamental es la vigilancia remota del enfermo tele-hospitalizado mediante cámaras y envío de alarmas, lo que puede mejorar el tiempo de respuesta en caso de urgencia. Por último, el paciente recibe avisos (mediante el servicio de mensajería) para recordarle que debe tomarse la medicación, lo que contribuye en mejorar la tranquilidad del mismo y asegurar que sigue el tratamiento.

Por otro lado, la operativa con los enfermos tele-hospitalizados se mejora también pudiendo realizar teleconsulta mediante videoconferencia, lo que puede permitir incrementar las consultas con los pacientes y ahorrar desplazamientos de personal médico especializado a las viviendas.

El servicio de teleasistencia domiciliaria supone claramente una innovación con respecto a lo existente hasta ahora en este campo. Los beneficios más importantes se detallan a continuación:

- Desde el punto de vista del paciente, puede estar en casa controlado y con la misma seguridad que en el hospital. Sus parámetros médicos se controlan de la misma manera. Es indudable la mejora en la calidad de vida de un paciente que se traslada del hospital a su entorno habitual.
- Desde el punto de vista del proveedor del servicio (hospital, residencia tercera edad, etc.), no precisan que se desplace un médico o enfermero tantas veces a casa del paciente ya que tiene acceso a los datos del mismo e incluso puede contactar con él y verlo en cualquier momento sin moverse del despacho. En el caso de los hospitales, permitiría una mejor gestión de las camas. El envío de las alarmas proporciona además una seguridad añadida para el proveedor de que siempre va a estar avisado en caso necesario.
- Desde el punto de vista del médico, se le proporciona un mejor acceso a la información del paciente ya que puede consultar los datos del paciente, pedir pruebas clínicas, elaborar informes, etc. como si estuviera en el hospital o centro asistencial para cualquier duda durante sus visitas al paciente.

Un servicio de estas características permitiría en un futuro próximo que pacientes hospitalizados puedan marcharse a su hogar antes, pero manteniendo o incluso incrementando las garantías de la calidad asistencial, lo que es sin duda un enorme beneficio para los pacientes (y que puede mejorar también su proceso de recuperación).



### 3.1.2.3 COMUNIDAD DE VECINOS, OCIO Y TIEMPO LIBRE.

El uso de las nuevas tecnologías de la información aplicadas al barrio y a la vivienda permite que las personas compartan recursos, creen redes colaborativas y desarrollen una conciencia de barrio de forma que se fomente el encuentro físico de las personas en los diversos espacios públicos del sector. En este aspecto, los servicios que se ofrecen son:

- Control de accesos a zonas comunes.
- Gestión de zonas comunes: iluminación, jardines, seguridad.
- Reserva de pistas comunes.
- Información de actividades, eventos y reuniones.
- Sitio Web comunitario.
- Implantación de un sistema wifi en las ciudades.
- Tratamiento y distribución de imágenes y vídeos fuera de casa a través de Internet en espacios públicos como parques, aeropuertos, campus universitario etc.

### 3.1.2.4 CENTROS PARA PERSONAS MAYORES.

Uno de los servicios que se tiene que ofrecer en una ciudad es la construcción de centros especiales para personas mayores.

El uso de las nuevas tecnologías permite tener las siguientes funcionalidades:

- Localización.
- Alarma individual que comunique de forma inmediata con operadores del servicio.

### 3.1.2.5 SISTEMAS DE ALTAVOCES-SONIDO.

Se pueden instalar por la ciudad sistemas de altavoces en puntos estratégicos que permitan una rápida comunicación.

### 3.1.2.6 SISTEMAS DE AYUDA A DISCAPACITADOS Y CIEGOS.

Se puede incorporar un sistema que les facilite el desplazamiento por una ciudad y que sea de manera segura. A través de transporte urbano especial, fácil acceso a establecimientos y edificios, calles especiales etc.

- **Sistema de guía personal para ciegos.** Actualmente existen varios sistemas de guía o asistencia al invidente, todos ellos centrados en evitar los obstáculos (desde el perro guía a los sensores ultrasónicos). Sin embargo las ayudas basadas en un sistema de posicionamiento global vía satélite están desarrollándose de forma acelerada. El objetivo es la creación de un sistema portátil y autosuficiente que permita a los ciegos desplazarse a través de todo tipo de entornos.



Las funciones principales de este sistema son: informar al usuario de su posición y orientación en relación con el espacio que está recorriendo, ofrecer datos sobre los alrededores y actuar como guía a través de una ruta preseleccionada.

Las partes de que consta son: un ordenador de bolsillo, unos audífonos, una brújula electrónica y una antena GPS en la cabeza. También se puede añadir un dispositivo virtual acústico, mediante el cual el usuario es informado de los objetos que aparecen en el camino, dentro de su espectro acústico. Otro complemento es el sensor ultrasónico para detectar obstáculos inesperados.

### 3.1.2.7 GOBIERNO Y CIUDADANÍA.

Hace referencia a los servicios que tienen que ver con el gobierno de la ciudad y su relación con la ciudadanía en todo lo relativo a la transparencia y la participación en la toma de decisiones.

- **e-Administración.**

Se trata de todos los servicios que facilitan la relación con la Administración de manera online, ya sea para acceder a la información básica, como para realizar trámites, pagar tasas e impuestos, etc.

- **e-Participación.**

Son importantes también todos los servicios de e-participación y aquellas iniciativas que, en general, favorecen la transparencia y que contribuyen a la gobernanza de los municipios. Entre los más comunes destacan los sitios para la realización de encuestas y votaciones, así como las redes sociales que fomentan la comunicación y asociación de diferentes grupos de interés.

- **Gobierno abierto y Open Data.**

Hay un movimiento importante en las administraciones hacia la provisión de todo tipo de datos hacia la ciudadanía motivados por el principio de transparencia.

El movimiento Open Data, proporciona así datos que suelen estar en formato no textual y tratan sobre diferentes temáticas (médicos, geográficos, meteorológicos, sobre biodiversidad, relativos a servicios públicos, etc.). Estos datos suelen ser de la Administración pública, de proyectos que han sido financiados con dinero público o creados por una institución pública.

Ponerlos a disposición de la sociedad hace que cualquier persona u organización pueda construir sobre ellos una nueva idea que resulte en nuevos datos, conocimientos o incluso servicios.

Por otro lado, en el caso de la Administración pública, el movimiento *Open Data* viene a apoyar la tendencia de Gobierno Abierto (*Open Government*), la transparencia sobre la gestión pública y el fomento de la interoperabilidad entre Administraciones.

Otra aplicación muy valorada en el ámbito de la transparencia en el gobierno de una ciudad son los **canales de TV por Internet**. Se trata de soluciones integrales exclusivas que permiten disponer de un canal de tele- visión propio, con identidad y accesible a través de varios dispositivos y más económico.





### 3.1.2.8 EDUCACIÓN, CAPITAL HUMANO Y CULTURA.

Uno de los servicios públicos por excelencia es el de la educación.

- **e-learning y teletrabajo.**

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones puede mejorar la eficiencia y la eficacia de la educación en todos sus niveles. Por un lado, mejorando la conectividad y la colaboración entre los propios estudiantes y entre los estudiantes y los centros, por otro, facilitando el acceso a los contenidos y en general, proporcionando comunicaciones unificadas. Se trata, en suma, de utilizar las TIC para educar, investigar y diseminar la cultura. En este grupo se encuentran pues las herramientas de e-learning, pero también las de teletrabajo que, en el caso de los trabajadores del conocimiento, permiten la realización de sus tareas diarias desde cualquier localización gracias a las nuevas tecnologías.

- **e-turismo y servicios de información culturales.**

Otro grupo de servicios tiene que ver con la provisión de información relacionada con la ciudad, tanto en lo relativo a turismo como en lo relativo a oferta de ocio, tiempo libre, actividades deportivas y cultura en general.

En este grupo podrían incluirse las guías de las ciudades y museos, disponibles para *smartphone* y que pueden incorporar tecnologías como las de realidad aumentada. Estos servicios pueden ser gestionados por una sola entidad (por ejemplo, el propio Ayuntamiento) que establezca el modelo de negocio y la manera de explotación o por varias entidades que estén relacionadas con el turismo (Ayuntamiento, hoteles, comercios, asociaciones, museos, etc.), planteando nuevamente esta vía para la innovación y la creación de nuevos negocios propia de la filosofía *Smart City*.

Otro tipo de aplicaciones son las que permiten conocer el tiempo de espera para acceder a un determinado museo, monumento, local, restaurante, etc.

- **e-Comercio.**

Los sistemas de e-comercio en general y las plataformas de pago a través del móvil ofrecen una plataforma desde la que proveer el servicio de pago a múltiples servicios, como pueden ser los sistemas de transporte, las entradas a estadios, las entradas de museos, etc.

Los transportes públicos son un ejemplo de servicios urbanos que implican un alto volumen de transacciones de bajo valor. En este sentido, tanto los propios usuarios como las autoridades de transporte se pueden beneficiar de llevar a cabo estos procesos sin necesidad de dinero físico usando, por ejemplo, dispositivos móviles, tanto para la compra de billetes de transporte como para hacer uso de ellos.



# **ESTUDIO DEL BARRIO Y DE LAS FUNCIONALIDADES QUE SE LE VAN A IMPLANTAR**





## 4. ESTUDIO DEL BARRIO Y DE LAS FUNCIONALIDADES QUE SE LE VAN A IMPLANTAR.

### 4.1 Características de la urbanización: Entremutilvas.

Se trata de una nueva urbanización que representa el nexo de unión entre las dos Mutilvas. Pertenece al Valle de Aranguren, formado por las poblaciones de Mutilva Baja, Mutilva Alta, Tajonar, Zolina, Labiano, Góngora, Ilundain, Laquidáin y Aranguren. Está situado en la zona sur de Pamplona, tiene una superficie de 45km<sup>2</sup> y por su riqueza paisajística e itinerarios peatonales es conocido como el pulmón verde de la Comarca.

Está en fase de construcción. El Ayuntamiento del Valle de Aranguren adjudicó a finales de 2006 las obras de urbanización a la empresa Obenasa que comenzaron en el año 2007. Se desarrollaron en dos fases: en la primera fase se dibujaron los viales y las parcelas en las que va cada bloque de viviendas y se realizó el acabado de calles, pavimentación de aceras, jardinería y mobiliario urbano. Concluida esta fase se construyeron las primeras viviendas.

Ocupa 533.835 metros cuadrados y contará en total con 1.649 viviendas. Se espera que vivan en esta zona unas 6.000 personas.

#### ➤ Un pulmón verde.

Entremutilvas tiene vocación de convertirse en un verdadero “pulmón verde”. La urbanización dispondrá de 204.110 m<sup>2</sup> de zonas verdes, supone el 38,23% de la superficie total del Sector.

#### ➤ Nuevos ejes de comunicación.

Limitada por las dos Mutilvas, la ronda Este y Lezkairu, la urbanización de Entremutilvas supone además la mejora de las conexiones rodadas y peatonales con Pamplona.

#### ➤ Servicios.

Se han destinado varias parcelas públicas para dotar de servicios a los nuevos vecinos como guarderías, pistas polideportivas y una gran dotación cultural.

Entremutilvas será una de las primeras urbanizaciones en disponer de un sistema novedoso en la recogida de residuos presente ya en ciudades como Madrid, Barcelona y Vitoria. Se trata de un sistema limpio que contribuye a mejorar el medio ambiente, las canalizaciones para recoger los residuos son subterráneas. Consiste en implantar una recogida automática de basuras por aspiración de los residuos depositados en los buzones.

Algunas de sus ventajas son que elimina ruido, malos olores, problemas de tráfico y al ser automático no requiere personal durante los procesos de recogida, reduciendo el coste de explotación de la recogida de basuras entre un 30% y un 40%.

## 4.2 Situación y emplazamiento.



Figura 5: emplazamiento de Entremutilvas.  
Fuente: Google Maps.

El nuevo sector Entremutilvas está situado en la zona sur de Pamplona. Se encuentra entre los núcleos de población de las dos Mutilvas, el término municipal de Pamplona y la Ronda Este, y está comunicada con la nueva urbanización de Lezkairu.

## 4.3 Descripción de la zona.

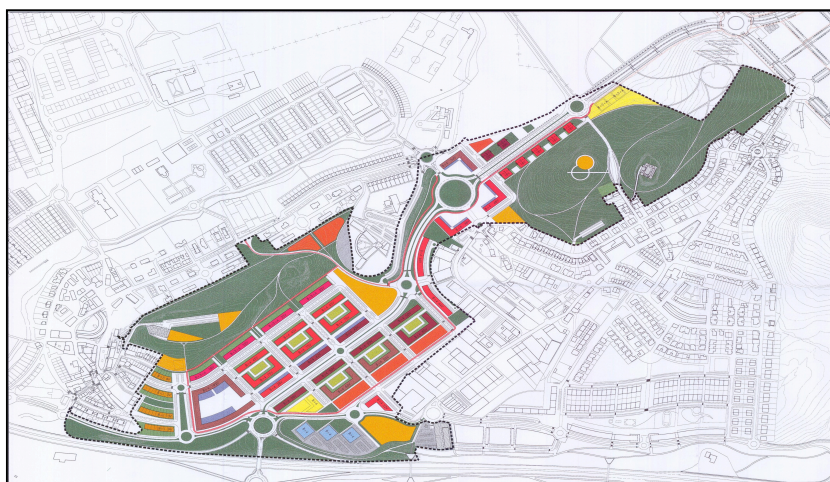


Figura 6: zona de Entremutilvas.  
Fuente: Google Maps.

El ámbito de aplicación consta de los siguientes elementos:

- Viales.
  - Rotondas. Hay 8 rotondas, la rotonda central es la de mayor tamaño y especial significación. Es el enlace entre Mutilva Baja y Mutilva alta y está rodeada por una plaza pavimentada, rodeada de viviendas y locales comerciales.



- Vía principal.  
Atraviesa Entremutilvas de Noroeste a Sureste. Se compone de 5 rotondas que permiten los diferentes accesos de Entremutilvas.
  - Carril bici. Rodea Entremutilvas.
  - Zonas peatonales.  
Todas las calles disponen de aceras que superan los 150cm de anchura requeridos y pasos peatonales con una distancia inferior a 125m.
- Viviendas.  
Ubicadas en la zona sur de Entremutilvas se encuentran la mayor parte de las viviendas. Las parcelas son de uso mayoritario vivienda, aunque algunas contienen además otros usos como el comercial o de oficina. Tienen forma rectangular con un patio interior y las viviendas son bajo más 4 plantas ó bajo más 3 plantas más ático.
- Ubicada al sur y a la derecha de la segunda rotonda más grande hay una pequeña zona que consta de viviendas unifamiliares y tres bloques de oficinas y servicios de bajo más cuatro plantas.
- Equipamiento social.  
Vivienda de titularidad municipal. Habrá un bloque en la zona principal de viviendas y otro cerca de la plaza.
- Equipamiento deportivo.  
Ubicado en la frontera con Mutilva Baja en la zona central de Entremutilvas estará el polideportivo municipal y en el lado opuesto y en la zona de arriba se ubicarán zonas polideportivas al aire libre, frontones y otras estancias deportivas.
- Plazas de aparcamiento.  
Las plazas de aparcamiento en la superficie suman un total de 2.026.

#### 4.4 Funcionalidades a implantar.

Las funcionalidades que se le pueden implantar se van a seleccionar de la lista descrita en el apartado 3 según los siguientes criterios:

- **Criterio técnico.** Las tecnologías de la información y la comunicación evolucionan y se desarrollan ofreciendo a las ciudades una nueva revolución tecnológica. A la hora de implantar una de las funcionalidades, hay que tener en cuenta que se trata de una nueva aplicación. Pueden haber restricciones tecnológicas que nos determinarán si es viable o no la implantación de una de las funcionalidades, principalmente en el caso de las aplicaciones sociales. Además, hay que señalar que el desarrollo de las Ciudades Inteligentes depende mucho de las infraestructuras de comunicaciones que los ayuntamientos están desplegando, como por ejemplo las redes WIFI municipales.
- **Criterio de utilidad.** A partir de las características que definen Entremutilvas, se pueden seleccionar aquellas funcionalidades que sean más necesarias y que le aporten más beneficios. Depende mucho del ámbito de aplicación.



En definitiva, hay que definir los servicios, adecuando las necesidades concretas del municipio a las posibilidades que ofrece la tecnología.

Entremutilvas forma parte del Valle de Aranguren que apuesta por las nuevas tecnologías siguiendo una política de calidad y modernización. Se trata de una zona nueva en construcción por lo que habrá que realizar toda la instalación y no tenemos las limitaciones que presenta una zona ya construida en cuanto a coste y tecnología.

➤ **Control del alumbrado.**

Se llevará a cabo una gestión inteligente del alumbrado público. Además de reducir de manera drástica el uso de energía y la contaminación lumínica, se reduce el coste de mantenimiento, reporta y monitorea en tiempo real, proporciona históricos del rendimiento de las lámparas y el sistema en general, detecta los fallos antes de que se produzcan evitando apagones, aumenta la seguridad peatonal y mejora la apariencia de la ciudad. Por tanto, se va a controlar y monitorizar el alumbrado exterior.

➤ **Control del riego.**

Entremutilvas se define como el pulmón verde de la comarca, dada la gran extensión de zona verde que posee. El gasto actual de los ayuntamientos en agua por los parques y jardines puede llegar al 25% del consumo total de la ciudad, esto hace que el disponer de un sistema de gestión de riego permita un ahorro de un bien escaso y mejore la sostenibilidad.

➤ **Control y monitorización de semáforos.**

En este caso, inicialmente la zona no cuenta con muchos semáforos al estar las vías formadas principalmente por rotondas o pasos de peatones. En un futuro, serán necesarios más semáforos en horas puntuales como en las entradas y salidas de niños en los colegios, salidas de trabajo etc. que mejoren el tráfico peatonal.

➤ **Vídeo-vigilancia.**

Se colocan cámaras de seguridad en algunas luminarias para visualizar el barrio en todo momento.

➤ **Red WiFi.**

Se dispondrá de conexión a Internet para los ciudadanos en algunas zonas de la urbanización.

➤ **Telecomunicaciones.**

Se integra una red de telecomunicaciones con la red del alumbrado público, permitiendo realizar las tareas de control y gestión remota a través de Internet o de otras tecnologías como los móviles.

➤ **Paneles informativos.**

Se pueden incorporar unos paneles publicitarios y de información ciudadana que aporten información básica sobre museos, bibliotecas, libros, periódicos, información meteorológica, jurídica, fiscal, empleo, turística, atascos, callejero etc.



## ESTUDIO DE PROYECTOS REALIZADOS





## 5. ESTUDIO DE PROYECTOS EXISTENTES.

### 5.1 SOCIÓPOLIS.

#### 5.1.1 ¿Qué es?

Sociópolis fue presentado en la Bienal de Valencia del año 2.003 como un proyecto innovador, referente de un nuevo modelo de urbanismo social, sostenible y de calidad, que ya ha estado expuesto en Nueva York, en la ciudad francesa de Orleáns y ha participado en la exposición internacional de Arquitectura Estratégica en Baltimore y Whashington.

Es un proyecto impulsado por la Generalitat Valenciana para la construcción de un nuevo modelo de barrio de vivienda asequible. Se trata de un proyecto habitable para ciudadanos de todas las edades y economía que combinará la arquitectura más vanguardista (ciudades futuristas) con el respeto a la arquitectura tradicional.

Es un nuevo modelo de desarrollo urbano de calidad en el que las viviendas y los equipamientos multifuncionales se integran en un entorno agrícola, respetando el entorno agrícola que rodea la ciudad y las acequias históricas para transportar el agua de regadío a los huertos urbanos. Fomenta la protección del paisaje y del medio ambiente, al mismo tiempo que cumple una función social al facilitar viviendas a un precio tasado a una gran cantidad de personas:

- Se conservan 4 alquerías históricas.
- Alrededor se plantean zonas de “huertos urbanos”.
- Se fomenta la interacción social a través de zonas verdes y equipamientos como instalaciones deportivas: campo de fútbol, circuito atlético, zonas de juego y skating.
- Se plantean espacios públicos como un centro de arte, guardería, centro social, centro para jóvenes y talleres para artistas fomentando así la relación humana.
- El proyecto cuenta con los diseños de 13 arquitectos internacionales como Toyo Ito o Vicente Guallart, que ha impulsado y coordinado el proyecto.
- Hay un gran parque y caminos peatonales.
- Hay apartamentos para mayores en los que se da relevancia a los espacios compartidos y las terrazas. La planta baja es spa y jardín.
- Algunos edificios tienen fachadas irregulares, haciendo pliegues para adaptarse a la instalación de las placas solares.

De este modo fusiona tres aspectos importantes: urbanismo, medio ambiente y vivienda.

El proyecto además impulsa el uso de nuevas tecnologías de la información aplicadas al barrio y a la vivienda para permitir que las personas compartan recursos, creen redes colaborativas y desarrollen una conciencia de barrio de forma que se fomente el encuentro físico de las personas en los diversos espacios públicos del sector. Se está creando la web del barrio con el fin de crear la urbanización digital del barrio.

### 5.1.2 Características.

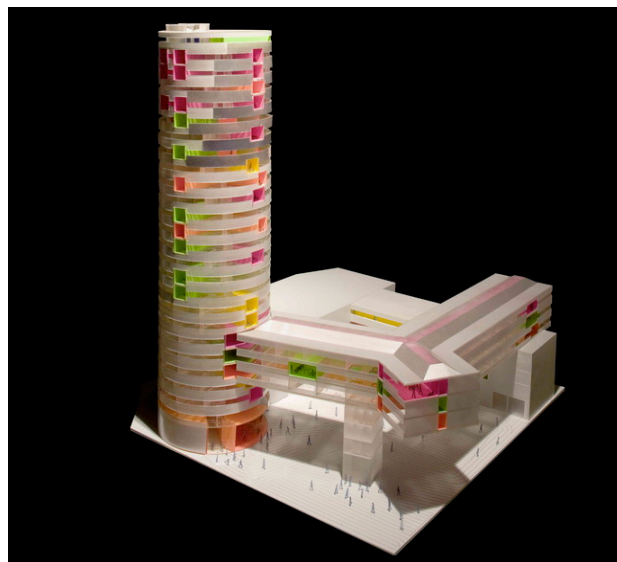
- Es una oportunidad a la innovación urbana.
- Se trata de un territorio amplio recorrido por vías de transporte y ocupado por núcleos de población, centros logísticos, parques industriales y centros de comercio y ocio.
- Se busca calidad de vida y ventaja competitiva.
- Pretende establecer un equilibrio social, que todo el mundo tenga las mismas oportunidades y se eliminen las fronteras entre ciudad y campo.

### 5.1.3 Sociópolis 2011-2012.

Sociópolis camina a marcha lenta. Aunque se ha terminado la urbanización y se han empezado a entregar viviendas, la “ciudad ideal” tendrá que esperar.

Tras finalizar las obras de urbanización a nivel subterráneo, telecomunicaciones, recuperación de acequias, riego y abastecimientos, se comenzó la segunda fase con las obras de superficie, pavimentos, alumbrado, señalización, mobiliario urbano y arbolado. Al mismo tiempo, se empezaron a construir los primeros edificios.

Actualmente, sólo 3 de las 18 promociones de viviendas previstas han sido terminadas y entregadas y otras cuatro están en construcción. Contemplaba 2.800 viviendas con instalaciones deportivas y “huertos urbanos”.



*Figura 7: Edificio propuesto por Vicente Guallart  
Fuente: [www.sociopolis.es](http://www.sociopolis.es)*



## 5.2 Proyectos importantes ejecutados.

Muchas ciudades están modernizando su tecnología de alumbrado a tecnología LED. Es bueno para reducir el coste de la energía especialmente cuando las lámparas son de vapor de mercurio o lámparas de alta presión de sodio. Añadiendo una red de control a esas lámparas es incluso más inteligente, permitiendo reducir los costes de energía en un 60 por ciento o más. Otros beneficios extra de esta red son: operaciones más eficientes, costes de mantenimiento más bajos, mayor seguridad, menos contaminación y mejora del entorno urbano.

Cada vez son más los proyectos de alumbrado público realizados dentro y fuera de España. Algunos de los proveedores de sistemas de telegestión son:

- Arelsa, Afeisa automatización SA y SCS Pyramid de España.
- Philips de Alemania.
- Echelon de USA.
- Schreder de Alemania.
- Umpi Electrónica de Italia, con el sistema MINOS.

### 5.2.1 Proyectos realizados en España:

Algunos de los municipios que han reformado su red de alumbrado público para cumplir con los criterios de eficiencia energética en España son:

- **L'Estany (Barcelona).** Es uno de los primeros municipios con alumbrado público LED en España, el proyecto fue diseñado por la empresa Isoen Energy en el año 2009, ubicada en Barcelona, es una de las empresas con mayor presencia en las energías renovables y eficiencia energética. Se consiguen ahorros energéticos del 80%.
- **Barrio tecnológico 22@ de Barcelona,** llevado a cabo por el Centro tecnológico Barcelona Digital y numerosas empresas. Es un proyecto innovador de soluciones para control y telegestión en infraestructuras urbanas. Está formado por un conjunto de luminarias led gestionadas punto a punto. Además se integran otros servicios como son la medida y telegestión de parámetros del cuadro de alumbrado, alarmas de robo, apertura de puerta y caída de diferenciales del cuadro, postes de recarga de vehículos eléctricos, red inalámbrica de sensores para medida de temperatura, humedad, vibración y presencia, gestión de zona Wi-Fi, red de videosensores. Todos los servicios se integran en el cuadro eléctrico para su monitorización y control remoto, aportando una información detallada tanto al centro de mantenimiento como al municipio. Se consiguen ahorros del 50%.
- Iluminación Inteligente **LUIX** ha desarrollado un proyecto puntero a nivel internacional, basado en el **encendido lógico**, que consigue importantes ahorros en consumo de energía y en costes de alumbrado y de mantenimiento al aumentar el nivel de iluminación sólo cuando surge la presencia de vehículos o personas.  
El proyecto se ha puesto marcha en lugares como Guipúzcoa e Isaba. Se consigue un ahorro de energía de hasta el 80%.





## 5.2.2 Proyectos realizados fuera de España.

### Oslo, Noruega.

Oslo es uno de los mejores ejemplos en cuanto a eficiencia en el alumbrado público, se trata de una de las ciudades con mayor conciencia medioambiental. Renovó el alumbrado público de la ciudad a través de un proyecto basado en la tecnología LonWorks incluido en el “Clinton Climate Initiative Best Practices Group”, grupo formado por grandes ciudades de todo el mundo comprometidas en la lucha para hacer frente al cambio climático.

Sus **objetivos** son:

- Promover la eficiencia energética y reducir las emisiones contaminantes.
- Conseguir que las ciudades miembro sean reconocidas por su papel innovador y pionero.
- Promover el intercambio de información y experiencia entre ciudades, así como la realización de proyectos compartidos.
- Aportar conocimientos en el ámbito de las estrategias energéticas locales (uso racional de la energía, eficiencia energética, energías renovables y protección ambiental).

### Proyecto.

Se integraron 10.000 lámparas de alumbrado inteligente que ahorran 1.440 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> y reducen el consumo energético en un 70 por ciento. Se sustituyeron las lámparas de mercurio por lámparas de alta presión de sodio y los balastos magnéticos por balastos eléctricos de SELC Ireland Ltd. Los balastos se comunican a través de la red eléctrica existente.

Se trata de un sistema dinámico, el sistema monitoriza y controla las luces que se regulan según el tráfico, la hora del día y las condiciones meteorológicas. También analiza el comportamiento de las lámparas e identifica los fallos. Todo esto es controlado desde una central de base de datos que utiliza tecnología GPRS para comunicarse con el armario de distribución. El armario de distribución recibe los mensajes de la central de base de datos y los transmite a cada lámpara a través de los cables de potencia de 230V existentes. Los empleados usan como software de monitorización para controlar las lámparas el software Starsense de Philips y el de Streetlight Vision.

Permite un control de los consumos. Otra de las novedades que incorpora es que cada lámpara mide el consumo para los diferentes consumidores: compañías privadas, parques públicos y calles. Esto significa que el consumo de energía puede ser medido exactamente y a los usuarios no se les pasa la factura anticipadamente.

El proyecto se lleva a cabo en 2-3 años y se espera que se amortice en un plazo de 5 años. Actualmente, se ha conseguido el ahorro de energía esperado pero no en el coste de mantenimiento debido a la pequeña escala del proyecto. Si se extendiera a los 250.000 puntos de luz que iluminan la ciudad se podrían conseguir ahorros económicos significativos.



## 5.2.3 Telegestión del Riego.

### 5.2.3.1 Proyectos realizados.

#### 5.2.3.1.1 Telegestión del riego de las zonas verdes de Mollet del Vallès, Barcelona.

El Ayuntamiento de Mollet del Vallès ha implantado un sistema de gestión remota de las instalaciones de riego automático de la ciudad a cargo de la empresa SAMCLA, empresa líder en España en la Telegestión de riegos de las zonas verdes urbanas.

Se puede gestionar el riego desde cualquier parte del mundo a través de Internet. En la página web se visualizan todos los programadores incorporados.

Se requiere:

- Software colgado de un servidor de Internet denominado SamclaWebReg.
- Un equipo concentrador con una tarjeta de telefonía móvil.
- Un detector de lluvia conectado al equipo concentrador.
- Equipos repetidores de radiofrecuencia.
- Programadores.

El equipo concentrador y el sensor de lluvia se han situado en el mástil de telecomunicaciones situada en la azotea del edificio del Ayuntamiento de la ciudad.

El sistema combina las comunicaciones entre el usuario y el servidor a través de internet convencional, de la red GPRS para las comunicaciones entre el servidor y el concentrador y de la comunicación vía radio para las comunicaciones entre el concentrador y todos los programadores de las zonas verdes.

#### Objetivo:

El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema de gestión sostenible de los recursos de agua existentes de forma que se satisfagan las necesidades de la población. La vía para conseguir esto es optimizar el recurso, gestionar la demanda desde el ahorro y mejorar la eficiencia en el uso del agua.

#### Beneficios que se consiguen:

- Control de los consumos y de fugas de agua.
- Reducción en el consumo de agua y energético y en el coste de mantenimiento.
- Toma de decisiones sencilla y centralizada.
- Conocimiento a tiempo real de los parámetros medioambientales.
- Baja complejidad global del sistema.
- Acción inmediata, a través de la comunicación desde cualquier lugar del mundo.
- Programación del riego y control de la programación en una única operación.
- Visualización gráfica de la ubicación de los programadores sobre una cartografía básica de la ciudad.
- Control y programación sin necesidad de abrir arquetas, pesadas tapas de hierro, armarios cerrados etc.
- Asignar privilegios de acceso y gestión en función del cargo que tenga cada usuario.



## 5.2.4 Monitorización de semáforos y regulación inteligente del tráfico.

### 5.2.4.1 Proyectos importantes ejecutados.

Actualmente, existen numerosos proyectos cuyo objetivo es mejorar el tráfico dentro y fuera de una ciudad. Además, se están desarrollando sistemas de regulación de alumbrado público en función de la intensidad de tráfico, como es el proyecto ADILUX (Investigación y Desarrollo de Algoritmos de predicción para Regulación Adaptativa de Sistemas de Alumbrado Interurbano), realizado por empresas como SICE y SOCELEC, colabora el Gobierno de Navarra.

Algunos de los proyectos ejecutados son los siguientes:

#### 5.2.4.1.1 Proyecto realizado en Estocolmo.

En Estocolmo se ha implantado un innovador sistema de control del tráfico para toda la ciudad, desarrollado por IBM. Se trata de un sistema de pago por entrar a la ciudad. El sistema de peaje incorpora la mayor solución de identificación y control por radiofrecuencia (RFID) puesta en funcionamiento en una ciudad europea.

El sistema de peaje consta de 18 puntos de control sin barreras, con cámaras y sensores para la identificación de vehículos. Un dispositivo RFID ubicado en el vehículo permite identificarlo cuando pasa por los puestos de control. De forma instantánea se realiza el cargo del importe del peaje, con tarifas que varían en función de la hora del día según la congestión del tráfico. Para aquellos conductores que no lleven en su coche este dispositivo, el sistema identifica la matrícula para reclamar el pago posteriormente a través de un sistema de transferencia bancaria o establecimientos autorizados.

#### 5.2.4.1.2 Proyecto realizado en Barcelona.

Barcelona está realizando un proyecto de gestión inteligente de tráfico que finalizará en el año 2015. Sustituye algunos de sus semáforos por unos nuevos que disponen de luces LED que reducen el consumo, son más fiables y facilitan su mantenimiento. Además, disponen de un sistema SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) que garantiza el funcionamiento de los semáforos durante dos horas en caso de incidencias.

Una de las novedades es que incorporan receptores WI-FI que, por ahora, permite obtener únicamente su posición y fijar la hora con precisión, lo que garantiza la coordinación de toda la red. En unos años se pretende que los semáforos incorporen el software necesario para que su regulación y modificación de ciclos pueda realizarse vía satélite y evitar así la conexión física de toda la red.

Además, los semáforos incorporan cámaras IP de vigilancia de tráfico que transmiten las imágenes de forma inalámbrica a los centros de control, desde donde se ejecuta en tiempo real decisiones sobre los tiempos de cada luz de un semáforo para la optimización del tráfico en una intersección.



# ESTUDIO SISTEMAS ALUMBRADO PÚBLICO

## 6. ESTUDIO SISTEMAS ALUMBRADO PÚBLICO.

El objetivo de los ayuntamientos es reducir el coste de energía y de mantenimiento del alumbrado público además de cuidar y respetar el medio ambiente. Existen múltiples soluciones pero ¿cuál es el método más eficiente y viable económicamente con el cual reconstruir el alumbrado público?

Actualmente una de las opciones más elegidas para mejorar el alumbrado público de una ciudad es sustituir las luminarias existentes por otras más eficientes y que eliminan la contaminación lumínica (reducción flujo emitido hemisferio superior). En este aspecto, las lámparas de vapor de sodio a alta presión (VSAP) y los LEDs son mejores que las de Vapor de Mercurio (VM), las de Vapor de sodio a baja presión (VSBP) y los halogenuros metálicos utilizados hasta ahora.

En primer lugar, vamos a comparar el consumo energético y el coste del alumbrado público en la urbanización de Entremutilvas con un sistema de alumbrado compuesto por luminarias VSAP frente a un sistema de alumbrado compuesto por luminarias LED.

La empresa suministradora de la energía eléctrica es Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. Las tarifas eléctricas dependen de la empresa contratada siendo los precios recomendados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio los siguientes:

### 6.1 TARIFAS ELÉCTRICAS.

#### TARIFAS DE ÚLTIMO RECURSO.

| TARIFA                                | CONDICIONES DE APLICACIÓN    | TÉRMINO DE POTENCIA €/kW AÑO | TÉRMINO DE ENERGÍA €/kWh   |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| <b>TUR SIN DISCRIMINACIÓN HORARIA</b> | Potencia no superior a 10 kW | 20,633129                    | 0,142319                   |
| <b>TUR CON DISCRIMINACIÓN HORARIA</b> | Potencia no superior a 10 kW | 20,633129                    | P1 0,172825<br>P2 0,064047 |

**CONSUMIDORES EN BAJA TENSIÓN QUE, SIN TENER DERECHO A ACOGERSE A LA TARIFA DE ÚLTIMO RECURSO, TRANSITORIAMENTE CAREZCAN DE UN CONTRATO DE SUMINISTRO EN VIGOR CON UN COMERCIALIZADOR Y CONTINUÉN CONSUMIENDO ELECTRICIDAD.**

| TARIFA         | CONDICIONES DE APLICACIÓN                   | TÉRMINO DE POTENCIA €/kW AÑO | TÉRMINO DE ENERGÍA €/kWh |
|----------------|---|------------------------------|--------------------------|
| <b>2.1 A</b>   | Potencia mayor de 10kW y no superior a 15kW | 24,759755                    | 0,168083                 |
| <b>2.1 DHA</b> | Potencia mayor de 10kW y no superior a 15kW | 24,759755                    | 0,170783                 |
| <b>3.0 A</b>   | Potencia mayor de 15kW                      | 24,759755                    | 0,170783                 |

### TARIFAS DE ACCESO BAJA TENSIÓN (con potencia contratada hasta 10 kW)

| TARIFAS | TÉRMINO DE POTENCIA €/kW<br>AÑO | TÉRMINO DE ENERGÍA €/kWh                   |
|---------|---------------------------------|--|
| 2.0 A   | 16,633129                       | 16,633129                                  |
| 2.0 DHA | 16,633129                       | Periodo 1: 0,089795<br>Periodo 2: 0,003207 |

### TARIFAS DE ACCESO BAJA TENSIÓN (potencia contratada mayor de 10 kW).

Las tarifas para una potencia superior a 15 kW de tal forma que la tarifa aplica un complemento por discriminación horaria que diferencia tres periodos tarifarios al día se muestran en la tabla:

| TARIFA              | Períodos<br>tarifarios | Invierno        | Verano          | Término de<br>potencia €/kW<br>año | Término de energía<br>€/kWh                |
|---------------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 2.1A                |                        |                 |                 | 31,773045                          | 0,056357                                   |
| 2.1DHA              |                        |                 |                 | 31,773045                          | Periodo 1: 0,073264<br>Periodo 2: 0,012962 |
| DH<br>Tipo<br>3.0.2 | P1 (punta)             | 18-22h          | 11-15h          | 14,093457                          | 0,061027                                   |
|                     | P2 (llano)             | 8-18h<br>22-24h | 8-11h<br>15-24h | 8,456074                           | 0,040904                                   |
|                     | P3 (valle)             | 0-8h            | 0-8h            | 5,637383                           | 0,015192                                   |

Fig.8: Precios de la tarifa según periodos horarios vigentes en 2.011

La realización de este estudio se basa directamente en las órdenes publicadas en el B.O.E que son la orden ITC/1659/2009 por la que se fija la tarifa para el año 2.010, la Orden ITC/3353/2010 que fija la tarifa para el año 2.011 y la orden ITC/688/2011 por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de Abril.

## 6.2 HORAS DE FUNCIONAMIENTO.

La media europea de horas de funcionamiento del alumbrado público es de 4.400h, pero se puede calcular el valor exacto ponderando las horas de encendido normal medio en cada periodo tarifario, diferenciando entre verano e invierno, ya que cambia la distribución de horarios y además el total de horas encendidas en invierno es sustancialmente mayor que en verano. El precio medio real al que el Ayuntamiento va a pagar el Kwh de alumbrado público habrá que calcularlo a partir de las horas de funcionamiento obtenidas en cada periodo de tiempo y el precio de Kwh en ese periodo.

Por lo tanto, tenemos:

#### -HORARIO INVIERNO-

Un horario medio de invierno para funcionamiento del alumbrado público accionado por fotocélula supone el encendido a las 18,00H y el apagado a las 8,00H (14 horas).

### -HORARIO VERANO-

Un horario medio de verano para funcionamiento del alumbrado público accionado por fotocélula supone el encendido a las 21,00H y el apagado a las 7,00H (10horas). La distribución en los períodos tarifarios se muestra en la siguiente tabla:

| Período tarifario                                       | Invierno<br>(30 Octubre-24 Marzo)<br>5 meses (40%) | Verano<br>(25 Marzo-29 Octubre)<br>7 meses (60%) | Total horas al día | Total horas al año |
|---|--|--|--------------------|--------------------|
| P1 (punta)  | 4h/día   | -  | 4h/día             | 584h               |
| P2 (llano)  | 2h/día   | 3h/día   | 5h/día             | 949h               |
| P3 (valle)  | 8h/día   | 7h/día   | 15h/día            | 2.701h             |
| <b>Horas de funcionamiento alumbrado público al año</b> |  |  |                    | <b>4.234h</b>      |

Fig.9: Horas de funcionamiento del alumbrado urbano

### Precio medio del consumo eléctrico:

- La Tarifa eléctrica según horario definida en el apartado anterior incluyendo otros conceptos como el IVA (18%) o el impuesto de electricidad (5,1127%) es la siguiente: término de energía punta 0,232832€/kWh, término de energía llano 0,18338€/kWh y término de energía valle 0,12032 €/kWh.

|  | Precio           | Invierno         | Verano          |
|--|------------------|------------------|-----------------|
| P1 (punta)                                   | 0,232832€/kWh    | 28,57%           | 0%              |
| P2 (llano)                                   | 0,18338€/kWh     | 14,29%           | 30%             |
| P3 (valle)                                   | 0,12032€/kWh     | 57,14%           | 70%             |
| Precio medio (€/kWh)                         |                  | <b>0,1614759</b> | <b>0,139238</b> |
| Precio medio entre invierno y verano (€/kWh) | <b>0,1481331</b> |                  |                 |

Fig.10: Cálculo precio medio del consumo eléctrico

## 6.3 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO SIN UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN CON LÁMPARAS VSAP Y LÁMPARAS LED.

Partimos de los siguientes datos:

- N° de habitantes del municipio: 6.000, n° de puntos de luz: 299.
- 4.234 horas de funcionamiento al año de un alumbrado público (el promedio europeo es de 4.400horas).
- Las lámparas VSAP necesitan un equipo electrónico adicional para su funcionamiento. Tienen la ventaja que regulan las sobretensiones nocturnas y nos ahorramos los extra por subidas de tensión. Si no el consumo se incrementaría en un 14%.
- La Tarifa eléctrica según horario definida en el apartado anterior incluyendo otros conceptos como el IVA o el impuesto de electricidad es la siguiente: término de energía punta 0,232832€/kWh, término de energía llano 0,18338€/kWh y término de energía valle 0,12032 €/kWh, con una **media de 0,1481331€/kWh**.



### 6.3.1 LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN (VSAP).

Las lámparas de Vapor de Sodio son unas de las lámparas más seleccionadas actualmente para reemplazar a las de Vapor de Mercurio utilizadas hasta ahora. Entre sus ventajas podemos destacar que son más eficientes, que se trata de una tecnología madura y que se pueden utilizar tanto en instalaciones nuevas como en instalaciones ya hechas. Una de las desventajas es que tienen un CRI (índice de reproducción cromática) pobre. No pueden ser conectadas directamente a la red de alimentación, necesitan un dispositivo intermedio que controle la intensidad de la corriente que circule por ellas, un balasto, si es electrónico, o una reactancia, si es electromagnético.

| Lámpara  | Vsap  | Vsap   | Vsap<br>doble<br>paso<br>peatones | Vsap<br>paso<br>peatones | Vsap   | Vsap<br>doble | Vsap<br>Carril<br>bici |
|--|---|--------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---------------|------------------------|
| Potencia Nominal en el punto de luz(W)                                 | 100   | 150    | 150                               | 150                      | 250    | 250           | 50                     |
| Potencia total consumida por punto de luz (W) lámpara+ equipo auxiliar | 114   | 171    | 171                               | 171                      | 285    | 285           | 63                     |
| Número de lámparas   | 0   | 76     | 8                                 | 8                        | 148    | 48            | 11                     |
| Potencia total por punto de luz(W)                                     | 0   | 12.999 | 2.736                             | 1.368                    | 42.180 | 27.360        | 693                    |
| Consumo total (Kw)   | 87,33 (87.336W)                                   |        |                                   |                          |        |               |                        |
| Consumo total anual (kWh)<br>(encendido 4.234h/año)                    | P1: 51.004,224<br>P2: 82.881,86<br>P3: 235.894,54 |        |                                   | TOTAL:<br>369.780,62     |        |               |                        |
| Pérdidas en la línea de instalación aproximadas                        | 2,20%   |        |                                   |                          |        |               |                        |
| Consumo total anual (kWh) con pérdidas                                 | 377.915,79  |        |                                   |                          |        |               |                        |
| Coste total por consumo (€/año)  | P1: 11.875,41<br>P2: 15.198,87<br>P3: 28.382,83   |        |                                   | TOTAL: 55.457,11         |        |               |                        |
| Coste total por consumo por luminaria(€/año)                           | 185,47  |        |                                   |                          |        |               |                        |

Fig.11: Consumo y coste del sistema de alumbrado con lámparas VSAP

| MANTENIMIENTO  |                              |
|--|------------------------------|
| Vida útil de la lámpara  | duración 20.000h (4,62 años) |
| Nº puntos de luz   | 299                          |
| Coste por punto de luz (€/año)<br>(coste anual de mantenimiento y reposición de las lámparas y equipos auxiliares) | 60                           |
| Coste total de mantenimiento (€/año)   | 17.940                       |
| Coste total de mantenimiento + Consumo energético (€/año)  | 73.397,11                    |

Fig.12: Coste de mantenimiento de las lámparas VSAP

Fuente: Plataforma Española de Eficiencia Energética

### 6.3.2 LÁMPARA LED.

La lámpara LED es el presente y el futuro en el mundo de la iluminación dadas las múltiples ventajas que ofrece, como son: ahorro energético, mayor vida útil, buen rendimiento cromático, reencendido automático y ahorro en mantenimiento, sin renunciar a un sistema medioambiental más eficaz y respetuoso y un confort visual óptimo. No requiere de equipos auxiliares que eleven el consumo energético por punto de luz y se requiere menor potencia para un mismo flujo lumínico.

| Lámpara Led  | LED   | LED   | LED doble<br>paso<br>peatones | LED<br>paso<br>peatones | LED    | LED<br>doble | LED<br>carril<br>bici |
|--|---|-------|-------------------------------|-------------------------|--------|--------------|-----------------------|
| Potencia Nominal en el<br>punto de luz(W)              | 45  | 70    | 70                            | 70                      | 120    | 120          | 63                    |
| Número de lámparas                                     | 0   | 76    | 8                             | 8                       | 148    | 48           | 11                    |
| Potencia total por<br>punto de luz(W)                  | 0   | 5.320 | 560                           | 560                     | 17.760 | 11.520       | 693                   |
| Consumo total (Kw)                                     | 36,413 (36.413W)                                |       |                               |                         |        |              |                       |
| Consumo total anual<br>(kWh)<br>(encendido 4.234h/año) | P1: 21.265,19<br>P2: 34.555,94<br>P3: 98.351,51 |       |                               | TOTAL: 154.172,64       |        |              |                       |
| Pérdidas en la línea de<br>instalación                 | 2,20%   |       |                               |                         |        |              |                       |
| Consumo total anual<br>(kWh) con pérdidas              | 157.564,44                                      |       |                               |                         |        |              |                       |
| Coste total por<br>consumo (€/año)                     | P1: 4.951,22<br>P2: 6.336,87<br>P3: 11.833,65   |       |                               | TOTAL: 23.121,74        |        |              |                       |
| Coste total por<br>consumo por<br>luminaria(€/año)     | 77,33   |       |                               |                         |        |              |                       |

Fig.13: Consumo y coste del sistema de alumbrado con lámparas LED

| MANTENIMIENTO  |                                |
|--|--------------------------------|
| Vida útil de la lámpara                                      | duración 50.000h (12años)      |
| Nº puntos de luz   | 299                            |
| Coste por punto de luz (€/año)                               | 33,33 (limpieza de la lámpara) |
| Coste total de mantenimiento (€/año)                         | 9.965,67                       |
| Coste total de mantenimiento +<br>Consumo energético (€/año) | 33.087,41                      |

Fig.14: Coste de mantenimiento de las lámparas LED

Fuente: Plataforma Española de Eficiencia Energética

| COMPARACIÓN                                      |                   |
|--|-------------------|
| Ahorro energético anual (kWh)                    | 220.351,35        |
| Porcentaje de ahorro de energía (%)              | 58,3              |
| Ahorro económico anual por consumo(€/año)        | 32.335,37         |
| Ahorro económico anual por mantenimiento (€/año) | 7.974,33 (44,45%) |
| Ahorro económico total anual (€/año)             | 40.309,7 (54%)    |
| Reducción CO2 (Ton/año)                          | 143               |

Fig.15: Comparación entre un sistema con lámparas VSAP y lámparas LED sin telegestión

### ➤ ENTREMUTILVAS (VALLE DE ARANGUREN).

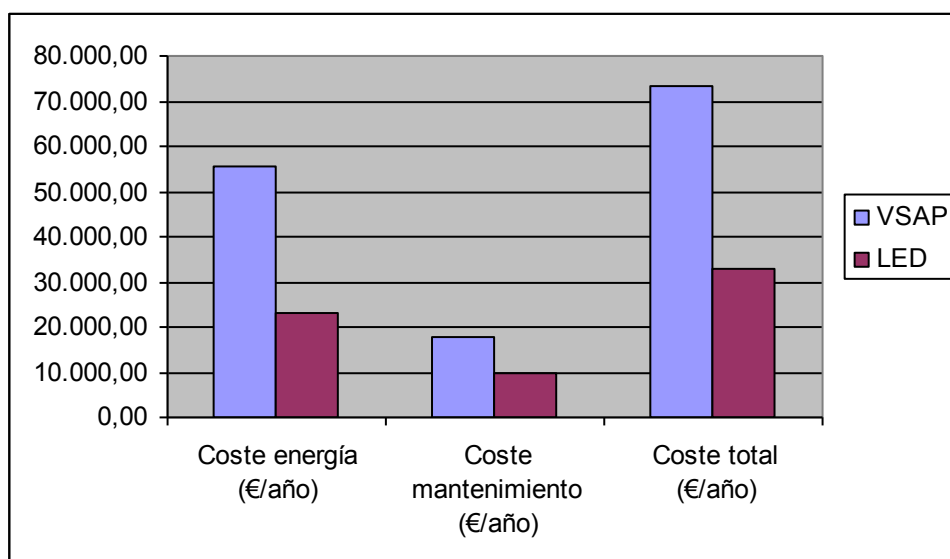


Fig.16: Coste del sistema de alumbrado público con lámparas VSAP y lámparas LED sin telegestión

Se consigue:

- Mejora de la calidad de la iluminación.
- Eliminación de la contaminación lumínica.
- Ahorro de energía y mantenimiento.



## 6.4 REGULACIÓN.

Algunas tecnologías empleadas actualmente para el ahorro y la eficiencia en el alumbrado público son la reducción de flujo. Se consigue a través de los siguientes dispositivos auxiliares que ayudan en el funcionamiento de la lámpara:

**Regulador-estabilizador (en cabecera).** Estabiliza la tensión, eliminando sobreconsumos nocturnos y aumentando la vida de la lámpara. Aplicable a lámparas VM y lámparas VSAP. Reducen la potencia hasta un 45% por reducción de tensión y se colocan en cabecera de línea. Apropiado para instalaciones ya existentes. Uno de los principales inconvenientes es que carece de un control punto a punto.

**Balastos de doble nivel (se coloca en la luminaria).** Permite mantener la lámpara a plena potencia o a potencia reducida. El flujo luminoso se reduce a un 50% y la potencia demandada un 40%. Aplicable a VSAP. Se aplica especialmente al alumbrado público, donde a partir de cierta hora de la noche es posible reducir el nivel de iluminación cuando disminuye la densidad vehicular y peatonal sin apagar las lámparas, normalmente de 0-6H de la noche. Es apropiado para nuevas instalaciones.

Hay de dos tipos:

➤ **Balastos electromagnéticos de doble nivel.**

Cronológicamente, son los primeros equipos que aparecieron en el mercado europeo para ahorro energético, aportando una primera solución a la problemática planteada por el apagado parcial del alumbrado como técnica para conseguir el ahorro energético.

Su funcionamiento se basa en reactancias que presentan una impedancia para obtener el nivel máximo de la lámpara y posteriormente mediante un relé conmutador con mando por línea o temporizado, conecta una impedancia adicional que disminuye la corriente y la potencia en la lámpara. Necesitan dos condensadores que compensen el bajo factor de potencia que presentan.

El equipo de doble nivel de potencia enciende el alumbrado a pleno flujo y tras un período de tiempo lo reduce a un 50%. Pueden ser con línea de mando o sin línea de mando:

- Equipo con línea de mando. El reloj está situado en el cuadro de mando, lo que facilita la modificación de los tiempos de funcionamiento y con un solo reloj controlamos toda o parte de la instalación. El inconveniente es que hay dificultades de instalación cuando se incorpora a un alumbrado ya existente.
- Equipo sin línea de mando, cada equipo de doble nivel lleva su temporizador, presenta el inconveniente de que los tiempos de funcionamiento son fijos (transcurrido el tiempo programado, normalmente 4,5h, cambia al modo de potencia reducida). Están previstos para instalaciones existentes o nuevas en las que se quiere instalar reactancias de doble nivel de potencia y no existe o es muy costoso cablear la línea de mando.

Este sistema de ahorro tiene la ventaja de ser un sistema económico respecto a otros, pero tiene también algún inconveniente:

- Una vida útil de la lámpara menor.
- Precisan para corregir el factor de potencia dos condensadores diferentes: uno para la impedancia del balasto correspondiente al nivel nominal y otro para la impedancia correspondiente al nivel reducido.



- Tienen una mala regulación frente a las variaciones de la tensión de alimentación. Esto implica que cuando la tensión de red es superior a la tensión de diseño del balasto, se producen sobre potencias en red y los ahorros son inferiores a los teóricos esperados. Además, las sobre potencias en red están directamente relacionadas con sobre potencias en las lámparas y con la reducción de la vida útil de las lámparas.
- Pérdidas de potencia relativamente importantes.

➤ **Balastos electrónicos de doble nivel.**

Los balastos electrónicos de doble nivel son una alternativa más entre los dispositivos para el ahorro de energía en el alumbrado público. Esta técnica aporta una gran ventaja respecto a los sistemas anteriores: la eficiencia. Las lámparas trabajan a alta frecuencia, con lo que se consigue el mismo flujo luminoso que con un balasto electromagnético, pero con una potencia consumida de red, incluidas las pérdidas propias, equivalente a la potencia nominal de la lámpara. Además de la eficiencia energética, estos balastos electrónicos permiten, cuando se activa el segundo nivel, reducir la potencia consumida y el flujo luminoso, como los dispositivos descritos anteriormente, lo que hace que sean una gran medida de ahorro energético.

Se comportan como un estabilizador perfecto de la potencia de lámpara, en ambos niveles de funcionamiento frente a variaciones de la tensión de la red, mantienen un alto factor de potencia y niveles armónicos muy inferior a los límites admisibles por la normativa aplicable de compatibilidad electromagnética (EMC) y son unidades compactas, no necesitan para el funcionamiento de la lámpara componentes adicionales. El paso a nivel reducido puede ser programable por el usuario por temporización seleccionable a partir de la puesta en marcha (Temporización fija), por doble temporización, teniendo como origen el centro del período nocturno (Temporización por programa) y por línea de mando.

**Balastos electrónicos/regulables/autónomos.** Permite reducir la potencia de forma continua (desde el potencia plena hasta el 20%). Son de mayor calidad. Se aplican a lámparas fluorescentes y lámparas de alta intensidad de descarga para controlar la intensidad de corriente que circule por ellas. No aumentan la potencia del sistema y permiten incorporación de regulación. Es un equipo más delicado.

Los balastos electrónicos funcionan a frecuencia superior obteniendo un flujo luminoso superior, estabilizan la potencia de la lámparas en todo el margen de tensiones de red, lo que proporciona un aumento de la vida de la lámpara, su coste inicial es un 30% superior y el coste de mantenimiento es menor ya que aumenta la vida útil de la lámpara. Entre las múltiples ventajas que aportan los equipos electrónicos se pueden destacar que aumentan la vida de las lámparas, ahorran energía, son más seguros, aumentan el confort (arranque suave), más flexibles (balastos regulables), aportan simplicidad (menos cableado), no necesitan otros equipos auxiliares como arrancador y condensador de corrección del factor de potencia y conservan el medioambiente.

**Drivers.** Alimentan en corriente continua al LED protegiéndolo frente a sobretensiones y temperatura excesivas. Permiten regular el flujo de los LEDs (dimming). Existen de diferentes tipos: de resistencia limitadora, fuente de tensión lineal, fuente de tensión conmutada y fuente de corriente. Deben cumplir sus normativas de baja tensión y de compatibilidad electromagnética.

#### 6.4.1 CONTROL ENCENDIDO-APAGADO CON LA UTILIZACIÓN DE FOTOCÉLULA O RELOJ ASTRONÓMICO.

Es importante que el sistema de control de encendido y apagado del alumbrado se realice de forma eficiente para que las lámparas no se enciendan hasta que sea necesario y así ahorrar la energía correspondiente. Se puede realizar mediante:

- Fotocélula. La fotocélula activa y desactiva la instalación en función del nivel de luminosidad. Disponen de retardo de conexión/desconexión. Dificil acceso para limpieza o sustitución.

- Reloj astronómico. Activa y desactiva la instalación en función del ocaso y orto. Es programable. Es más preciso que la fotocélula y consigue un ahorro entre un 3%-7%. No necesita mantenimiento.

Se puede combinar el uso de reloj astronómico y célula fotoeléctrica.

#### 6.4.2 AHORRO ENERGÉTICO DE LA SOLUCIÓN URBÓTICA CON LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO Y UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN.

##### 6.4.2.1 Sistema de telegestión con lámpara VSAP y Balastos de doble nivel de potencia.

El equipo de doble nivel de potencia enciende el alumbrado a pleno flujo y tras un período de tiempo lo reduce a un 50%, se consigue así un ahorro total de energía del 28% y ahorro en mantenimiento, ya que aumenta la vida útil de la lámpara y equipos auxiliares.

| Estado            | Potencia consumida | Porcentaje de tiempo | Energía consumida |
|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| Plena Potencia    | 100%               | 30%                  | 30%               |
| Potencia reducida | 50%                | 70%                  | 42%               |
| Total energía     |                    | 72%                  |                   |
| Ahorro energético |                    | 28%                  |                   |

Fig.17: Energía consumida en condiciones de plena potencia y potencia reducida

Se puede por experiencias anteriores y datos proporcionados por el fabricante estimar los ahorros que se obtienen con un sistema de telegestión.

|  | Lámpara V.S.A.P  |
|--|------------------|
| Ahorro de energía por estabilización y reducción (%)   | 28%              |
| Ahorro de energía con otros elementos de telegestión (reloj astronómico, programación, sensores) | 7%               |
| Ahorro energético anual (kWh)  | 132.270,53 (35%) |
| Ahorro económico anual por consumo(€/año)  | 19.593,64        |
| Ahorro económico anual por mantenimiento del 33% (€/año)   | 5.920,2          |
| Ahorro económico total (€/año)   | 25.513,84        |

Fig.18: Ahorro económico con un sistema de telegestión del alumbrado público con lámparas V.S.A.P y balastos de doble nivel de potencia

#### 6.4.2.2 Sistema de telegestión con lámpara VSAP y balastos electrónicos regulables.

|   | Lámpara V.S.A.P   |
|---|-------------------|
| Ahorro de energía (%)                               | 50%               |
| Ahorro energético anual (kWh)                       | <b>188.957,89</b> |
| Ahorro económico anual por consumo(€)               | <b>27.990,92</b>  |
| Ahorro económico anual por mantenimiento del 70%(€) | <b>12.558</b>     |
| Ahorro económico total (€/año)                      | <b>40.548,92</b>  |

Fig.19: Ahorro económico con un sistema de telegestión del alumbrado público con lámparas V.S.A.P y balastos regulables

Los balastos electrónicos ahorran hasta un 25% de energía y con un sistema de telegestión un 50%. Además, tienen una larga duración, reducen el número de revisiones periódicas y aumentan la vida útil de la lámpara en un 50% lo que proporciona un ahorro en el coste de mantenimiento. Aseguran unas condiciones óptimas de funcionamiento y no son necesarios reguladores-estabilizadores en cabecera.

Por otro lado, los balastos regulables aportan más dinamismo, lo que permite adaptar la luz a las necesidades del momento, repercutiendo positivamente sobre el ahorro energético y el ahorro en mantenimiento al integrarlos en un sistema completo de telegestión.

#### ENTREMUTILVAS (VALLE DE ARANGUREN).

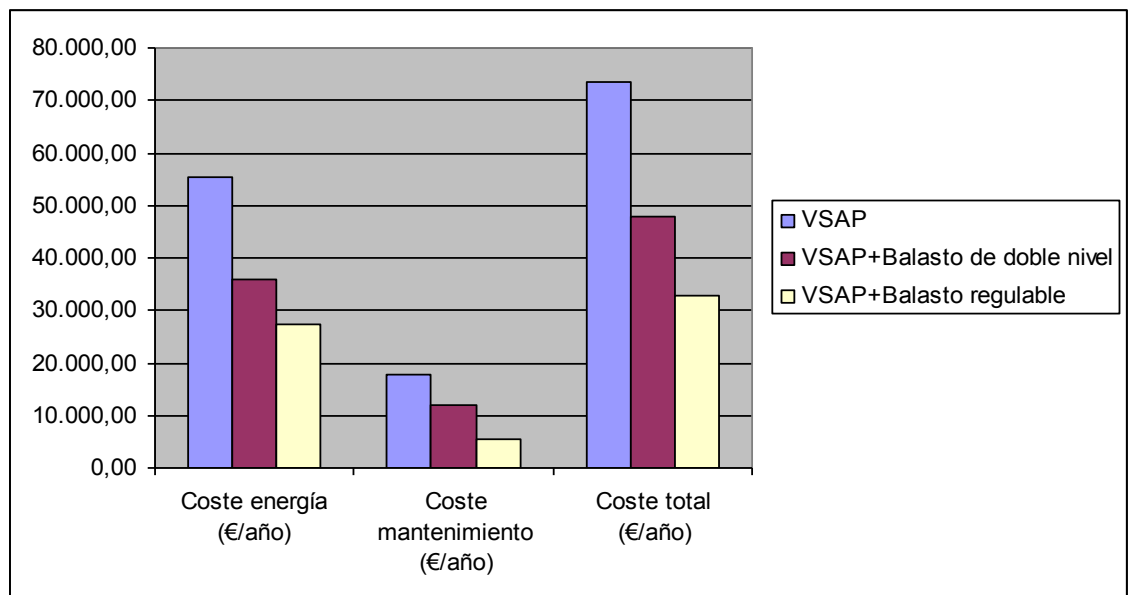


Fig. 20: Coste del sistema de alumbrado público con lámparas VSAP sin telegestión y con un sistema de telegestión con balastos de doble nivel y balastos regulables

- Se consigue ahorro de energía y mantenimiento.



### 6.4.3 AHORRO ENERGÉTICO DE LA SOLUCIÓN URBÓTICA CON LÁMPARA LED Y UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN.

#### 6.4.3.1 Sistema de telegestión con lámpara LED y encendido lógico.

El sistema de telegestión con encendido lógico es una solución puntera en la instalación de alumbrado público. Consigue importantes ahorros en consumo de energía y en costes de alumbrado y de mantenimiento al aumentar el nivel de iluminación sólo cuando surge la presencia de vehículos o personas.

Para ello, se instalan en las luminarias los sensores de presencia necesarios para cubrir las áreas de paso, de tal forma que el sistema detecta la presencia de personas y/o vehículos con antelación y, automáticamente y antes de que entren en el área controlada, proporciona el nivel de iluminación más adecuado. El resto del tiempo las luminarias se mantienen en reposo conservando un nivel mínimo de iluminación.

El sistema de encendido lógico actúa sobre luminarias LED por su carácter de regulación y de respuesta inmediata (el encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni períodos de arranque). Permite:

- Modificar a voluntad la programación de la reducción de flujo.
- Encender o aumentar la luminosidad de las farolas por sectores y no por farolas individuales en respuesta a la presencia de viandantes e incluso de vehículos.
- Adaptar la intensidad luminosa a las condiciones meteorológicas, aumentando la luminosidad en caso de lluvia o niebla, por ejemplo.

|   | % Intensidad de Flujo (horas) |     |     | Potencia consumida |            |                  |
|---|-------------------------------|-----|-----|--------------------|------------|------------------|
|   | 100%                          | 80% | 30% | Kw/día             | Kw/año     | Ahorro anual (%) |
| Invierno                                  | 4h                            | 2h  | 8h  | 291,304            | 81.770,511 | 78,36%           |
| Verano                                    | 1h                            | 2h  | 7h  | 147,536            |            |                  |
| Consumo total anual con pérdidas (kW/año) | 81.770,511                    |     |     |                    |            |                  |
| Coste total anual por consumo(€)          | 12.112,92                     |     |     |                    |            |                  |
| Ahorro económico anual por consumo (€)    | 43.344,19                     |     |     |                    |            |                  |

Fig.21: Ahorro económico con un sistema de telegestión con encendido lógico y lámpara LED

Para obtener los datos de la tabla hemos tenido en cuenta lo siguiente:

Hasta las 22:00h las luminarias LED se encuentran al 100% de su potencia. A partir de esta hora bajan al 30% y es cuando empiezan a actuar los sistemas de detección. En caso de detección las lámparas se encienden al 80%. Con las luminarias LED al 30% el nivel de visibilidad de la zona es más que aceptable (el tiempo de demanda de iluminación por la noche es aproximadamente de unos 120 minutos).

- Detecta cualquier persona o ciclista que se aproxime en un radio de 20 metros a menos de 30 km/h aumentando su potencia de manera suave y gradual hasta llegar al 100%. De esa manera, el ciudadano no percibe áreas oscuras delante de él, lo que aumenta su sensación de seguridad; por otro lado, al producirse la regulación de la intensidad de manera muy suave, los cambios en la intensidad de la luz son casi imperceptibles para el peatón. Esto evita la sensación de ser observado que proporcionan otros sistemas, en los que la luminaria se activa bruscamente al paso de las personas.
- Dependiendo del área de la zona los niveles de iluminación pueden variar.

Para ello, se colocan sensores ópticos de detección de presencia en las luminarias ubicadas en puntos clave. La comunicación inalámbrica entre los sensores con los que cuentan las luminarias que además están todas conectadas a través de la red eléctrica permite que se avisen unas a otras y se genere una luz suficiente en la calle cuando no hay peatones ni tráfico.

|   | Lámpara LED+ Telegestión |
|---|--------------------------|
| Porcentaje ahorro de energía (%)                    | 78,36%                   |
| Ahorro energético anual (kWh)                       | 296.145,28               |
| Ahorro económico anual por consumo(€)               | 44.785,47 (80,75%)       |
| Ahorro económico anual por mantenimiento del 80%(€) | 14.352                   |
| Ahorro económico total (€/año)                      | 59.137,47                |

Fig.22: Ahorro económico con un sistema de telegestión del alumbrado público con LEDs

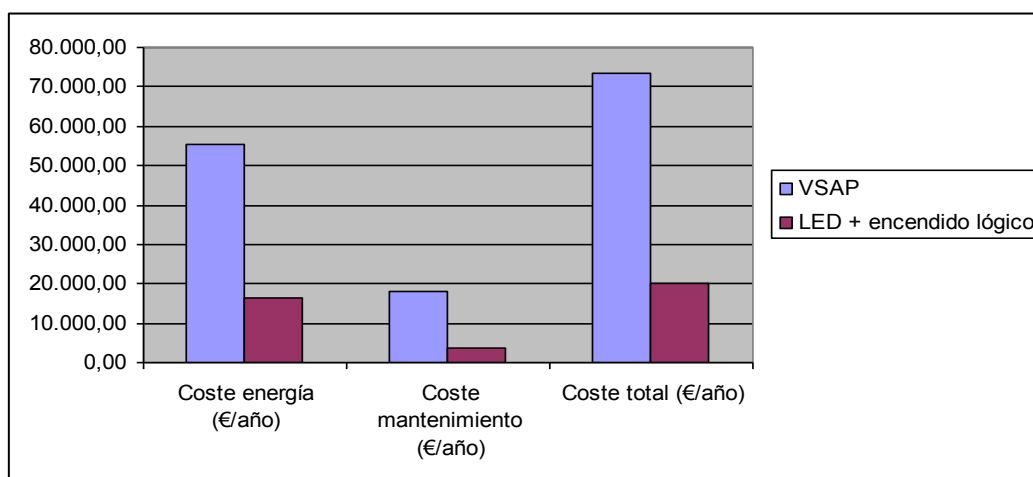


Fig. 23: Coste del sistema de alumbrado público con lámparas VSAP sin telegestión y con lámparas LED con un sistema de telegestión con encendido lógico

➤ Ejemplo de funcionamiento del detector de movimiento:



Fig.24: Alumbrado con detector de luminosidad  
Fuente: <http://www.lighting.philips.com>

Está dirigido a áreas específicas de la ciudad donde el nivel actual de actividades varía en el tiempo.

Esta solución minimiza el derroche de luz, sin comprometer la seguridad.

Adecuado para:

- Centro de la ciudad: zona peatonal, parque, calles, caminos.
- Aparcamiento.
- Calles/áreas residenciales.
- Carril bici.

➤ **Beneficios:**

- Ahorro de energía.
- Mantiene la seguridad.
- Conservación de la noche y respeto del medio ambiente.
- Innovación.

Puede ser usado tanto en nuevas luminarias como en luminarias existentes.

Utiliza comunicación inalámbrica, por lo que no requiere cables adicionales.

## 6.5 REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>.

Según el IDAE (Instituto para la diversificación y ahorro de energía) 1kWh eléctrico equivale a 649gr. de CO<sub>2</sub>.

El ahorro de consumo de energía lleva aparejado el ahorro de emisión de CO<sub>2</sub> por lo que además de un ahorro económico se consigue una medida de protección medioambiental muy importante.

| REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub>                       |                |
|---|----------------|
| <b>Reducción emisiones de CO<sub>2</sub> sin telegestión:</b>   |                |
| <b>Con lámpara LED</b>  | 143 Ton/año    |
| <b>Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con telegestión</b> |                |
| <b>Con lámpara VSAP+Balasto doble nivel</b>                     | 85,84 Ton/año  |
| <b>Con lámpara VSAP+Balasto regulable</b>                       | 122,64 Ton/año |
| <b>Con lámpara LED con encendido lógico</b>                     | 192,2 Ton/año  |

Fig.25: Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con cada uno de los sistemas

Las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas con el uso de un sistema de alumbrado LED estándar o con telegestión contribuyen en gran medida a cuidar el medio ambiente, lo que hace que sea la mejor opción de todas. En este aspecto, además, no contienen materiales tóxicos como las lámparas de vapor de sodio.

## 6.6 AMORTIZACIÓN.

Una vez obtenidos el presupuesto necesario para la realización del proyecto de alumbrado público del sector de Entremutilvas, los costes de consumo y mantenimiento de la instalación y el ahorro energético y económico, se obtiene la amortización económica estimada para cada una de las soluciones posibles:

|                             | <b>V.S.A.P<br/>Balastos<br/>doble nivel<br/>de potencia<br/>+<br/>Telegestión</b> | <b>V.S.A.P<br/>Balastos<br/>regulables<br/>+<br/>Telegestión</b> | <b>LED +Driver+<br/>Telegestión con<br/>encendido<br/>lógico</b> |
|-----------------------------|---|--|--|
| <b>Inversión Total (€)</b>  | 84.955,76   | 135.587,07   | 441.601,34   |
| <b>Ahorro total/año (€)</b> | 25.513,84   | 40.548,92  | 59.137,47  |
| <b>Amortización</b>         | <b>3,32años</b>   | <b>3,19años</b>  | <b>7,46años</b>  |

Fig.26: Amortización económica de la inversión con cada uno de los sistemas



➤ **V.S.A.P + Balastos de doble nivel de potencia + Telegestión.**

El equipo de doble nivel de potencia no supone una inversión muy elevada en el momento de su instalación y, teniendo en cuenta el ahorro energético que produce, da una amortización relativamente rápida, en torno a los 2-3 años en general y de 3,32 años en este caso particular. El principal inconveniente que presenta es que no permite gran flexibilidad en la regulación de la iluminación.

➤ **V.S.A.P + balastos regulables + Telegestión.**

La inversión inicial es bastante alta pero se consigue un incremento de ahorro que compensa el incremento de coste, como se comprueba por el periodo de amortización de la solución, 3,19 años, que es abordable por los ayuntamientos. Además, hay que tener en cuenta las numerosas ventajas que ofrece en cuanto a flexibilidad, seguridad, confort y respeto por el medioambiente.

Las lámparas VSAP tienen varias desventajas: ofrecen una pobre eficiencia luminosa, en términos de color tienden a ser amarillentas, en lugar del blanco emitido por las LED, tienen menor vida útil y contienen materiales peligrosos como el mercurio y el plomo.

➤ **LED + driver + Telegestión con encendido lógico.**

El sistema de alumbrado inteligente basado en tecnología LED supone una inversión inicial bastante superior a la del sistema de alumbrado inteligente basado en luminarias VSAP. Hay que tener en cuenta que en un sistema de alumbrado público LED hay que invertir unos 500€/luminaria más que en el caso de luminarias VSAP y, que en lugar de balastos electrónicos, se utilizan los drivers cuya elección es tan importante como la de la lámpara. El principal inconveniente es, por tanto, el precio. Pero sus ventajas hacen que el tiempo de amortización sea bastante rápido: 7,46años. Una vez amortizado el coste del proyecto sería cuando el ayuntamiento percibiría notablemente el ahorro energético del nuevo sistema.

Actualmente, una de las opciones más elegidas para mejorar el alumbrado público de una ciudad es cambiar las luminarias existentes por lámparas VSAP e instalar reductores y controladores de flujo en los centros de mando del alumbrado o balastos de doble nivel electromagnéticos en cada luminaria.

Cuando se trata de nuevas urbanizaciones y se mira de cara al futuro la tecnología LED es la idónea, dadas las múltiples ventajas que tiene en cuanto a ahorro y eficiencia y su mayor vida útil, de unos quince años frente a los tres años de los sistemas actuales. Para que esta tecnología sea la mejor opción debe ir acompañada de un sistema de gestión inteligente que encienda las luminarias sólo cuando sea necesario. En un principio la luz blanca que se generaba con un LED era fría y de baja reproducción cromática, pero en la actualidad disponemos de LEDs blancos cálidos con una muy buena reproducción cromática, llegando hasta los 90, con eficacias de casi 100lm/w y cada día va mejorando.

Con este sistema se consiguen ahorros de un 78,36% de energía y una reducción de hasta un 55% de emisiones de CO2 respecto a los sistemas basados en lámparas VSAP. Ambas razones, ahorro económico y reducción de la contaminación, están impulsando la sustitución de luminarias de vapor de sodio por luminarias LED.



Cada uno de ellos, ha aportado ventajas o perfeccionamientos respecto a sus antecesores y, aunque todos de ellos están en uso la tendencia lógica es la utilización de los más eficientes.

## 6.7 Justificación y beneficios.

Según los datos obtenidos del IDAE (Instituto para la diversificación y ahorro de energía) los consumos por habitante y año son los siguientes:

- España: 116 kWh/hab.
- Navarra: 133 kWh/hab.
- Francia: 96 kWh/hab.
- Alemania: 43 kWh/hab.

España está en la cabeza de gasto eléctrico por habitante en alumbrado público. En Navarra se puede mejorar. El Plan EE 2.004-2.012 propone tener un consumo de 75 kWh/hab. Reduciendo un 44% la potencia.

### 6.7.1 Escenario europeo.

En la actualidad, el alumbrado público supone el 14% del gasto energético de la Unión Europea, donde un tercio de la iluminación instalada emplea una tecnología desarrolla en los años sesenta basada en lámparas de vapor de mercurio que además de suponer un elevado gasto energético y económico, son muy poco eficientes desde el punto de vista medioambiental. En el caso de renovar su anticuado alumbrado público por las últimas tecnologías, las estimaciones señalan que se podría ahorrar en los ayuntamientos unos 3.000 millones de euros al año o diez millones de toneladas de dióxido de carbono.

El objetivo del proyecto es que los ayuntamientos de los municipios obtengan una reducción en los costes actuales de energía y mantenimiento además de cuidar y respetar el medio ambiente.

Se consigue:

- Economía:
  - Ahorro energético y mantenimiento.
  - Instalación sin obra civil.
- Calidad y medio ambiente:
  - Reducción de la contaminación lumínica.
  - Reducción de las molestias a los ciudadanos.
  - Adaptación de instalaciones a la normativa vigente.
- Optimización de recursos:
  - Centralización de la gestión.
  - Control del inventario.
  - Gestión de los equipos de mantenimiento.



## 6.7.2 Consumo energético del sistema de alumbrado público con cada una de las soluciones posibles.

Partimos de los siguientes datos:

- Nº de habitantes del municipio: 6.000, nº de puntos de luz: 299.
- 4.234 horas de funcionamiento al año de un alumbrado público (el promedio europeo es de 4.400 horas).
- Las lámparas VSAP necesitan un equipo electrónico adicional para su funcionamiento. Tienen la ventaja que regulan las sobretensiones nocturnas y nos ahorramos los extra por subidas de tensión. Si no el consumo se incrementaría en un 14%.
- La Tarifa eléctrica según horario definida en el apartado anterior incluyendo otros conceptos como el IVA o el impuesto de electricidad es la siguiente: término de energía punta 0,232832€/kWh, término de energía llano 0,18338€/kWh y término de energía valle 0,12032 €/kWh, con una media de 0,1481331€/kWh.

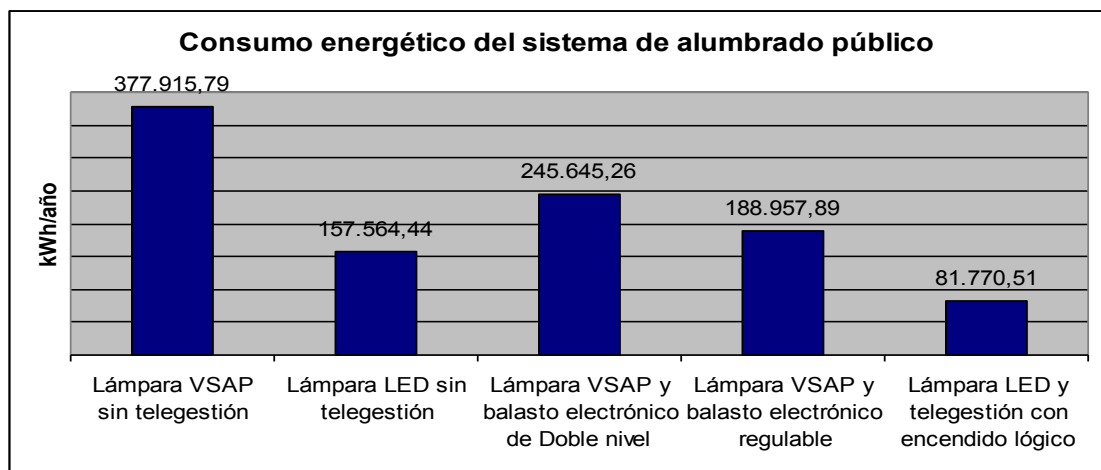


Fig. 27: Consumo energético con cada uno de los sistemas

El sistema de alumbrado público con lámparas LED y encendido lógico es el más eficiente, reduce el consumo de energía en un 78,36% respecto al sistema basado en lámparas VSAP.

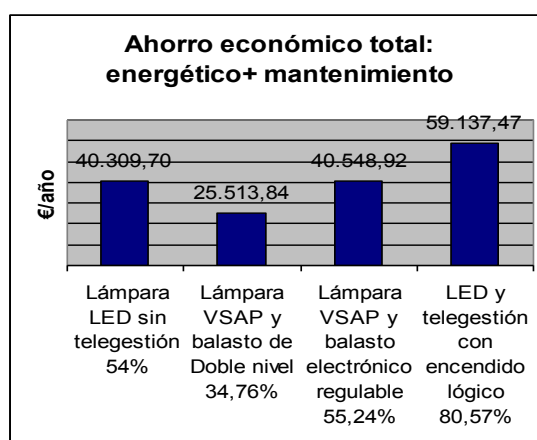


Fig. 28: Ahorro económico total

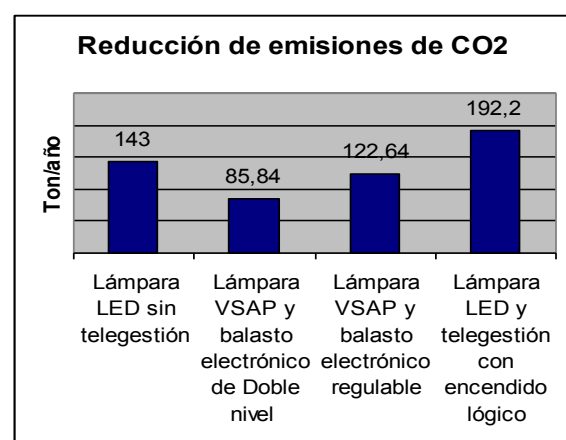


Fig. 29: Reducción emisiones de CO2



Con el sistema de alumbrado inteligente basado en tecnología LED se consigue el mayor ahorro económico, ahorro energético más ahorro en mantenimiento. Además lleva aparejado una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que contribuye en el cuidado del medio ambiente.

### 6.7.3 Ahorro de energía y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con un sistema de telegestión con tecnología LED y encendido lógico en Entremutilvas:

| Telegestión del Alumbrado público         |                   |
|---|-------------------|
| Energía consumida sin telegestión y VSAP  | 377.915,79kWh/año |
| Energía consumida con telegestión         | 81.770,511kWh/año |
| Ahorro de energía                         | 296.145,28kWh/año |
| Ahorro de energía (%)                     | 78,36%            |
| Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> | 192,2Ton/año      |
| Amortización                              | 7,46años          |

Fig. 30: Resumen valores obtenidos con el sistema de telegestión para el alumbrado público

### 6.7.4 Beneficios.

Los beneficios se pueden resumir en un concepto: EFICIENCIA, ya que se mejora la eficiencia energética consiguiendo un consumo inteligente de la energía necesaria para el alumbrado público sin renunciar a la calidad lumínica.

Además de las ventajas mencionadas anteriormente, se consiguen las cuatro funciones básicas que caracteriza a la domótica:

- **Control energético.** Se reduce el consumo eléctrico al poder programar el sistema de alumbrado según horario, día etc. y regular el nivel de luminosidad según la luz que hay en el exterior.
- **Confort.** El control de la iluminación contribuye al bienestar de las personas que utilizan las instalaciones y de las personas que se encargan de su mantenimiento, al permitir la supervisión de todo el sistema de forma centralizada y de forma sencilla.
- **Seguridad.** Se consigue gracias a que el sistema permite:
  - Detección de fallos en el suministro o averías y se comunican al personal de mantenimiento.
  - Proporciona en cada momento la cantidad de luz necesaria aumentando la seguridad de los peatones y la seguridad vial.
  - Además facilita la gestión y mantenimiento del sistema de alumbrado.
- **Telecomunicaciones.** Permite el control del sistema desde el exterior, desde cualquier lugar, por parte del personal autorizado.

Además se consigue una reducción de la contaminación lumínica y la luz intrusa en las viviendas por la regulación de los niveles de iluminación, un refuerzo de la imagen ecológica de la ciudad para atraer inversores, empresas y nuevos vecinos y, finalmente, integrar todos los servicios de una ciudad, convirtiéndola en una ciudad que respeta el medio ambiente, es económicamente viable e incrementa el bienestar de la sociedad.

## 6.8 OTROS SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO.



Un sistema inteligente de telegestión del alumbrado exterior no sólo proporciona un conjunto de beneficios en la gestión del alumbrado exterior, sino que permite servicios de valor añadido integrables a bajo coste como son:

De utilidad pública:

- Paneles publicitarios iluminados y punto de información al usuario.
- Internet WI-FI.

Monitorización y localización de informaciones para seguridad:

- Vídeo vigilancia.

### 6.8.1 Paneles publicitarios iluminados con LEDs y punto de información al usuario.

El Punto de Información al Usuario consiste en un monitor situado en la puerta del armario central, controlado por un PC desde el centro de control que aporte información básica sobre bibliotecas, periódicos, información meteorológica, turística, callejero etc.



### 6.8.2 Publicidad.

Todas las caras del armario central tienen vitrinas iluminadas con LEDs para la instalación de carteles publicitarios.

### 6.8.3 Armario central.

Se trata de un armario central que es una evolución de los cuadros de alumbrado tradicionales. Se mantienen las mismas características constructivas (chapa de acero inoxidable) y técnicas (cumplimiento de Normativas en lo que respecta a luces, etc.) pero se moderniza y se rediseña para mejorar su estética y ahorrar espacio.

Contiene la acometida eléctrica de la compañía, la acometida de telecomunicaciones y el módulo de control y protecciones para todos los servicios de la instalación:

- Alumbrado público, con todos los dispositivos necesarios para su control y telegestión.
- Carga de vehículos eléctricos. El alto consumo de la carga de vehículos eléctricos es un elemento clave a tener en cuenta para garantizar el éxito de las Smart City. Aunque el despliegue de puntos y estaciones de recarga está de momento en su fase inicial, a medida que la adopción de los vehículos eléctricos aumente acabará impactando en las infraestructuras, espacios públicos y redes de baja tensión de las ciudades. Las políticas de regulación serán muy importantes para este servicio. Será posible dar suministro eléctrico desde 4 hasta 30 puntos de carga de vehículos, existen en el mercado diversos fabricantes de puntos de carga con diferentes tecnologías y potencias, en poco tiempo está previsto que se regule el tipo de tomas y la gestión de las mismas.
- Sensores medioambientales, red de Wi-fi, punto de información al usuario, paneles informativos iluminados con LEDs etc.
- Además se pueden incorporar módulos auxiliares para otros servicios como riego, alojando programadores y alimentando líneas de salida para riego, semáforos etc.

Arelsa es una de las empresas especialista en la fabricación de cuadros del Alumbrado Exterior y sistemas de Telegestión Municipal de alto valor añadido para el entorno urbano como el modelo Smart Tower.

El armario será más caro que los que se utilizan actualmente dada la implantación de las funcionalidades nuevas.



#### 6.8.4 Internet WI-FI.

Se puede ofrecer un servicio de conexión de banda ancha a los ciudadanos instalando puntos de acceso Wi-Fi en las luminarias de alumbrado público.

El armario central dispone de un gateway (nodo central) que se conecta al router que permite la conexión a Internet a través de su puerto RJ45 y una antena para dar servicio Wi-fi. Pueden instalarse repetidores en las farolas para ampliar la zona de cobertura.

GOWEX es una compañía especializada en la gestión de Wireless Smart Cities (Ciudades WIFI inteligentes), los usuarios pueden conectarse en la red mediante un modelo de conexión Freemium, gratuito a una velocidad de 512 kbps o mediante tarifas Premium, que permiten velocidades de hasta 6Mbps.

- **Redes mesh o malladas.**

Una de las tecnologías emergentes más interesantes en redes inalámbricas son las redes mesh o malladas. Permiten interconectar varios puntos de acceso WI-FI o nodos para crear grandes áreas de cobertura inalámbrica y tener acceso a las aplicaciones de banda ancha de forma sencilla con una mínima inversión y en poco tiempo a diferencia de otras soluciones del mercado.

Los nodos son capaces de establecer comunicación entre ellos en cuanto sus zonas de cobertura se solapan entre sí. Por otro lado, si se solapan varias zonas de cobertura, aunque fallen uno o más nodos, la red se sustenta y sigue operando. El usuario se conectará automáticamente (*roaming*) con el nodo más próximo operativo. Cuantos más puntos de acceso a Internet disponga, más fiable y rápida será la red.

El consumo eléctrico mensual también es muy bajo. Con una potencia de 2,5W y asumiendo un precio de electricidad medio de 0,20€/KWh, el mantenimiento de un nodo costaría menos de 0,40€/mes.

Se puede, por ejemplo, limitar el acceso y la velocidad, diseñar una página de contenido publicitario o informativo y cifrar la transmisión de datos. Con un alcance de hasta 250 metros al aire libre con una antena estándar de 2dB.

- **Redes Inalámbricas de Sensores.**

Las Redes Inalámbricas de Sensores (Wireless Sensor Networks o WSN) están formadas por decenas/centenares de pequeños dispositivos, que equipados con sensores son capaces de recoger todo tipo de datos (temperatura, humedad, movimiento, posición, etc.) y transmitirlos sin cables de forma eficiente, económica y en tiempo real.

Cada nodo integra un dispositivo de comunicación radio (2.4Ghz o 868Mhz), un conjunto de sensores, una unidad de proceso (procesador) y una batería.



Una vez han sido desplegados, los nodos se comunican entre ellos de forma inalámbrica con el objetivo de enviar los datos recogidos a un nodo central (gateway), donde se procesa la información y se envía al Servidor. La distancia de separación entre nodos puede oscilar entre los 20 y 150 metros, pudiendo llegar hasta 1km en casos excepcionales mediante el aumento del consumo y antenas especiales.

La Red Inalámbrica de Sensores se basa en la tecnología radio IEEE802.15.4/Zigbee, el estándar inalámbrico en redes malladas de monitorización y telecontrol.

Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE 802.15.4. Permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, redes de control y automatización.

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. Realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal. El alcance depende de la potencia de emisión del dispositivo así como del tipo de antenas utilizadas. El alcance normal con una antena dipolo en visión directa suele ser aproximadamente de 100m y en interiores de unos 30m. La velocidad de transmisión de datos de una red Zigbee es de hasta 256kbps. El protocolo está preparado para poder controlar en la misma unos 65.535 dispositivos.

#### 6.8.5 Vídeo vigilancia.

Se pueden colocar cámaras de vigilancia en las rotondas de las vías principales de que son las vías públicas que requieren especial vigilancia.

Se trata de cámaras IP, capturan las imágenes y luego las transmiten a través de Internet permitiendo a los usuarios ver y administrar los parámetros de la cámara desde cualquier computadora, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Se requiere de una comunicación por la red eléctrica de banda ancha (Broadband Powerline).

Por cada dispositivo se coloca un módem en el poste y otro en el armario eléctrico, donde se instalará un switch para poder conectarlos al router. La máxima velocidad que se puede alcanzar es de 200Mbps.

También existen cámaras de vídeo vigilancia inalámbricas.



## 7. BIBLIOGRAFÍA.

Territorios inteligentes, Alfonso Vegara, Juan Luis de las Rivas. Ed. Fundación Metrópoli.  
Telecomunicaciones en la construcción, Ignacio R. Matías Maestro & Carlos Fernández Valdivielso.  
Proyecto urbótico sobre alumbrado público en la avenida de Bayona en la localidad de Pamplona, Proyecto Final de Carrera, Raúl Marín Donamaría.

### Páginas Webs:

#### Introducción.

Smart City, Smart Grid y Smart Building:

[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Borrador\\_Smart\\_Cities\\_18\\_Abril\\_2012\\_b97f8b15.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Borrador_Smart_Cities_18_Abril_2012_b97f8b15.pdf)

<http://www.ibm.com/us/en/>

[http://www.fundacion.telefonica.com/es/que\\_hacemos/media/publicaciones/SMART\\_CITIES.pdf](http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf)

[www.smartcityexpo.com/](http://www.smartcityexpo.com/)

Archivo académico Open Innovation for Future Internet- enabled Services in “Smart Cities”:

[http://www.um.es/operum/otras/files/ict\\_psp\\_call4\\_theme4.pdf](http://www.um.es/operum/otras/files/ict_psp_call4_theme4.pdf)

<http://ec.europa.eu/>

Sistemas de identificación por radiofrecuencia:

<http://www.smartgrids.eu>.

<http://www.smartcitymalaga.com>.

<http://www.energiaysociedad.es/pdf/smartgrids.pdf>.

Redes eléctricas inteligentes “Smart Grids”, de Dr. Ing. Pablo Frías

<http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/>

#### Tecnología LonWorks.

<http://www.lonmark.es>

#### Descripción urbanización de Entremutilvas.

<http://www.aranguren.es/es/urbanismo/vivienda/encurso/>



## Proyectos realizados.

### Sociópolis.

<http://www.sociopolis.net/web/sociopolis.php>

<http://www.sociopolisvalencia.com>

### Oslo.

<http://www.echelon.com/solutions/unique/appstories/oslo.pdf>

[http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/oslo\\_streetlight.jsp](http://www.c40cities.org/bestpractices/lighting/oslo_streetlight.jsp)

### Samcla.

<http://www.samcla.com>

### IBM.

<http://www.ibm.com/es/es/>

<http://www.ibm.com/smarterplanet/es/es/overview/ideas/index.html?re=spf>

<http://www.metropolis.org/es>

### Comisión Nacional de energía.

[www.cne.es](http://www.cne.es)

### Iberdrola:

<https://www.iberdrola.es/webibd/corporativa/iberdrola?IDPAG=ESWEBCLIHOGASEINFLEGELE>

### Boletín Oficial del Estado.

<http://www.boe.es>

### Plataforma Española de Eficiencia energética:

[http://www.ptee-ee.org/grupos\\_principal.php?id=1](http://www.ptee-ee.org/grupos_principal.php?id=1)

### Balastos electrónicos y detector de movimiento Lumimotion:

<http://www.lighting.philips.es/>







## 8. ANEXO: PROYECTO TÉCNICO ALUMBRADO PÚBLICO.

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| MEMORIA.....               | 93  |
| PLIEGO DE CONDICIONES..... | 118 |
| PLANOS.....                | 170 |
| PRESUPUESTO.....           | 178 |



# MEMORIA ILUMINACIÓN PÚBLICA



## ÍNDICE

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| 1.1         | MEMORIA ILUMINACIÓN PÚBLICA.....  | 95  |
| 1.1.1       | Descripción del proyecto.....   | 95  |
| 1.1.2       | Antecedentes.....   | 97  |
| 1.1.3       | Situación y emplazamiento.....  | 97  |
| 1.1.4       | Descripción de los viales del Sector Entremutilvas.....                             | 99  |
| 1.1.5       | Elementos que constituyen el sistema.....   | 100 |
| 1.1.5.1     | Tecnología LonWorks.....  | 100 |
| 1.1.5.2     | Medio de transmisión.....   | 100 |
| 1.1.5.3     | Arquitectura.....   | 100 |
| 1.1.5.4     | Alimentación eléctrica.....   | 100 |
| 1.1.5.5     | Suministro de energía.....  | 100 |
| 1.1.5.6     | Cuadro eléctrico y canalización.....  | 100 |
| 1.1.5.7     | Resumen principales componentes del sistema de alumbrado.....                       | 101 |
| 1.1.5.7.1   | Luminarias.....   | 102 |
| 1.1.5.7.2   | Balastos electrónicos.....  | 103 |
| 1.1.5.7.2.1 | Balasto doble nivel de potencia.....  | 103 |
| 1.1.5.7.3   | Controladores o Nodos Inteligentes.....   | 104 |
| 1.1.5.7.4   | Nodo medidor de luminosidad y lluvia.....   | 106 |
| 1.1.5.7.4.1 | Sensor de luminosidad.....  | 106 |
| 1.1.5.7.4.2 | Sensor de lluvia.....   | 107 |
| 1.1.5.7.5   | Armario central de comunicaciones.....  | 107 |
| 1.1.5.7.5.1 | Controlador de segmento i.Lon Smart Server.....                                     | 108 |
| 1.1.5.7.5.2 | Módem/Router Wifi.....  | 111 |
| 1.1.5.7.5.3 | Nodo Router/Repetidor.....  | 111 |
| 1.1.5.7.5.4 | Nodo de control entradas/salidas.....   | 111 |
| 1.1.5.7.6   | Centro de Telegestión.....  | 112 |
| 1.1.5.7.6.1 | PC central.....   | 113 |
| 1.1.5.7.6.2 | Sistema de Alimentación.....  | 113 |
| 1.1.5.7.6.3 | Router ADSL ó Módem.....  | 113 |
| 1.1.5.7.7   | Programación del sistema de control: Software de gestión de red y aplicaciones..... | 113 |
| 1.1.6       | Resumen de los componentes que constituyen la red de alumbrado.....                 | 116 |
| 1.1.6.1     | Luminarias.....   | 116 |
| 1.1.6.2     | Elementos que constituyen el Centro de Telegestión.....                             | 116 |
| 1.1.6.3     | Elementos que constituyen la Red de Control.....                                    | 116 |
| 1.1.7       | Plazos de ejecución y sanción.....  | 117 |
| 1.1.8       | Revisión de precios.....  | 117 |
| 1.1.9       | Bibliografía.....   | 118 |



# 1. Realización del proyecto técnico.

## 1.1 Memoria Iluminación Pública.

### 1.1.1 Descripción del proyecto.

El proyecto describe el sistema de alumbrado público del barrio Entremutilvas. Se va a instalar un sistema novedoso para la gestión del alumbrado más eficiente, sencillo y fiable, consiguiendo:

- Reducir los gastos de energía.
- Reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Reducir los costes de funcionamiento.
- Mantener un nivel de calidad mínimo.
- Minimizar la intrusión luminosa en el entorno doméstico y por tanto, disminuir sus molestias y prejuicios aumentando la calidad de vida de los ciudadanos.
- Aumentar la seguridad pública.

El objetivo de la red de automatización y control del alumbrado es el de proporcionar un sistema altamente eficiente desde el punto de vista de ahorro energético y por otro lado un mecanismo de monitorización y control remoto que aporte información del estado de las luminarias a la empresa de mantenimiento y al Ayuntamiento. Para ello es necesario dotar a la instalación de sensores que faciliten información al sistema y de actuadores que se encarguen de controlar el nivel de luminosidad de las luminarias. También es necesario disponer de un dispositivo para control remoto que permita al mantenedor poder visualizar en tiempo real el estado de la instalación y recibir alarmas de fallo de puntos de luz entre otras posibles alarmas del sistema.

En primer lugar, se ha realizado un estudio de la zona para la cual se redacta el Proyecto Técnico, Entremutilvas. Se trata de una urbanización perteneciente al Valle de Aranguren que destaca por seguir una política de calidad y modernización impulsando el uso de las nuevas tecnologías. Es una zona nueva que está en fase de construcción, así que hay que realizar toda la instalación evitando los inconvenientes que presenta el depender de un sistema ya instalado. Las obras de urbanización comenzaron en el año 2.006 por la empresa OBENASA y las primeras viviendas fueron entregadas en la primavera de 2.010.

En segundo lugar, se realizará el proyecto de alumbrado para el caso de telegestión más simple y que más se ha estado extendiendo en los últimos años:

Se instalarán luminarias de vapor de sodio de alta presión con un sistema de telegestión que permita la gestión punto a punto de todas las luminarias. Esta tecnología presenta distintas características y beneficios con respecto a los sistemas convencionales en cuanto a la calidad de iluminación y la reducción del consumo energético y los costes económicos derivados.



Los puntos de luz están desarrollados con productos y tecnología que hacen que la propia lámpara no contamine.

Además incorporan sensores que proporcionan información medioambiental de luminosidad y lluvia para adaptar la luz a las condiciones meteorológicas en cada momento y balastos electrónicos de doble nivel que permiten reducir el flujo luminoso cuando disminuye la densidad vehicular y peatonal sin llegar a apagar las luces.

Para ello, el sistema se compone de los siguientes elementos:

- Puntos de luz. Cada luminaria contiene un módulo inteligente que se conecta a la red de control. Se les puede incorporar repetidores WI-FI, videocámaras, sensores ambientales o de contaminación y sensores de presencia para cubrir áreas de paso de personas y vehículos según la aplicación que se implemente.
- Se conectan todos ellos al elemento principal de control del sistema, capaz de interpretar las señales de los sensores y ordenar el encendido, regulación y apagado de las luminarias.

Teniendo en cuenta las características de la zona y el sistema a instalar, se ha seleccionado de entre todos los sistemas de gestión y automatización existentes, el sistema que cumple con las especificaciones y que se va a utilizar, el sistema LonWorks. Se trata de un sistema fiable, es un estándar abierto respaldado por diferentes organizaciones. Además, permite integrar bajo un mismo sistema de control los diferentes servicios que se van a añadir en el Proyecto Técnico como pueden ser el sistema de riego, el sistema de gestión inteligente de tráfico y otras posibles ampliaciones futuras.

Otra de las ventajas que caracteriza al sistema LonWorks es que soporta diferentes medios de transmisión, para este proyecto se va a elegir como medio de transmisión el cable de red eléctrica por el que viajarán los mensajes que se envían y reciben de las luminarias, aprovechando para ello el cableado existente y evitando así tener que instalar nuevas infraestructuras. La tecnología de comunicaciones Power Line es la responsable de que la información pueda viajar por el mismo cable de red eléctrica con el que se proporciona tensión a las luminarias. Cada cuadro de mando incorpora un concentrador que, a través de una conexión GPRS o cualquier otro medio de comunicación estándar como fibra óptica, envía la información a través de Internet hasta el Centro de Control.

Finalmente, hemos elegido los elementos necesarios para la implementación de la instalación del sistema de alumbrado público, seleccionando los elementos adecuados entre los diferentes fabricantes del mercado y asegurando que se cumplen las disposiciones legales que se detallan en el Pliego de Condiciones.

### 1.1.2 Antecedentes.

La instalación del alumbrado público de Entremutilvas, mediante convocatoria de concurso público, comenzó en el año 2.007 con las obras de urbanización, previa aprobación por el Ayuntamiento de Aranguren del correspondiente Proyecto de Urbanización.

El Valle de Aranguren dispone de alumbrado público, prácticamente en todo el terreno urbanizado. El desarrollo de las Normas Urbanísticas Municipales contempla el mantenimiento de la red actual y su ampliación conforme a las nuevas actuaciones urbanísticas.

#### ➤ Condiciones.

Los niveles de iluminación y uniformidad, así como las características de los materiales (luminarias, soportes y equipos de encendido), serán los establecidos por el ayuntamiento. Todas las construcciones serán subterráneas e irán colocadas, preferentemente, bajo las aceras. Deberá colocarse siempre doble canalización, a una profundidad mínima de 40cm. en aceras y 80cm. en calzadas.

El objeto del proyecto es la instalación de alumbrado público adecuado en Entremutilvas.

### 1.1.3 Situación y emplazamiento.

El ámbito de aplicación es el Sector Entremutilvas (Valle de Aranguren, Navarra).

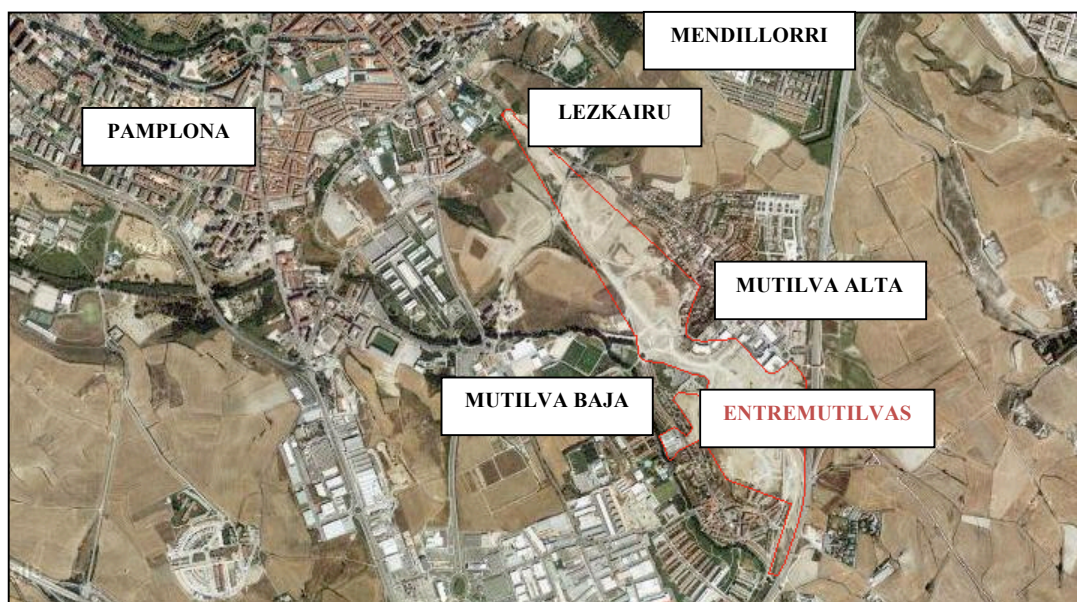


Figura 1: Plano de situación del Sector Entremutilvas. Fuente: Google Maps



### 1.1.4 Descripción de los viales del Sector Entremutilvas.

La avenida principal de Entremutilvas se divide en dos tramos. Desde la rotonda de conexión con la Ronda Este (PA-30) hasta la gran rotonda central que une las antiguas Mutilva Alta, Baja, Mutilnova y Entremutilvas; se llama **Avenida Anaitasuna**. Y desde esta rotonda hasta la conexión con la Avda. Juan Pablo II de Pamplona, se llama **Avenida Lezkauri**:

- **Avenida Lezkairu.**  
Se trata de una de las principales vías que comunica Entremutilvas con la Avenida de Juan Pablo II del nuevo barrio de Lezkairu. Un primer tramo hasta la plaza Valles de Aranguren se compone de una mediana, dos calzadas de 6,2m cada una con dos carriles de circulación rodada en cada sentido, carril bici en uno de sus costados, zona de aparcamiento en batería y aceras de entre 4 y 5m. de anchura a cada lado. Recorre una zona destinada a edificios de viviendas. Un segundo tramo se compone de una mediana con zona verde y dos calzadas, una para cada sentido de circulación. Está rodeado por el carril bici.
- **Avenida Anaitasuna.**  
Es la vía principal de Entremutilvas. Un primer tramo limita con Mutilva Baja y una zona verde sin edificios. Un segundo tramo atraviesa Entremutilvas por su centro. Se compone de una mediana con zona verde, dos calzadas, una para cada sentido de circulación, zona de aparcamiento en batería y aceras. Es la parte de Entremutilvas donde se concentran la mayor parte de los bloques de viviendas.
- **Calle Irulegui.**  
Se trata de una vía paralela a la vía principal Avenida Anaitasuna que está destinada principalmente a bloques de viviendas. Se compone de una mediana, dos calzadas de 6,2m cada una con dos carriles de circulación rodada en cada sentido, zona de aparcamiento en batería y aceras de entre 4 y 5m. de anchura a cada lado.
- Entre la Avenida Anaitasuna y la Calle Irulegui se encuentran otros cuatro bloques de viviendas con las siguientes plazas:
  - **Plaza Arbide.**
  - **Plaza Llundain.**
  - **Plaza Lamiturri.**
  - **Plaza Castillo de Irulegui.**

Limitan con Mutilva Baja. Las plazas se componen de varios bloques de viviendas de cuatro plantas con zona verde pública y privada.

Las vías que dan acceso a la vía principal se componen de una mediana con zona verde, dos calzadas, una para cada sentido de circulación, zona de aparcamiento en batería y aceras.



- **Plaza Valles de Aranguren.**  
La plaza está pavimentada y rodea la rotonda de mayor tamaño y especial significación de Entremutilvas por ser el enlace entre Mutilva Baja y Mutilva Alta. En tres cuadrantes se encuentran los bloques de viviendas y locales comerciales y en otro zona verde. Le rodea un carril bici en tres de los cuatro cuadrantes.
- **El Juncal.**  
Paralela a la Avenida Anaitasuna, es una pequeña calle que tiene a un lado dos bloques de viviendas y al otro lado limita con Mutilva Alta, sirve de aparcamiento.
- **A una lado de la Avenida Anaitasuna se encuentran cuatro bloques de viviendas con las siguientes plazas:**
  - **Plaza Elobide.**
  - **Plaza Palacio de Góngora.**
  - **Plaza Ezkoritz.**
  - **Plaza Kapana.**

Limitan con Mutilva Alta. Las plazas se componen de varios bloques de viviendas. Tienen forma rectangular con un patio interior y son bajo más 4 plantas ó bajo más 3 plantas más ático.

Las vías que dan acceso a la vía principal se componen de una mediana con zona verde, dos calzadas, una para cada sentido de circulación, zona de aparcamiento en batería y aceras.

Los edificios de la Plaza Kapana están destinados a equipamiento social.

Ubicada al sur y a la derecha de la segunda rotonda más grande, que enlaza con el Paseo Santxiki de Mutilva Alta, hay una pequeña zona que consta de viviendas unifamiliares y tres bloques de oficinas y servicios de bajo más cuatro plantas.

Todas las calles disponen de aceras y pasos peatonales.

Las aceras y espacios reservados para la circulación peatonal superan los 150 cm de anchura requeridos, así como el diámetro mínimo de giro de 120 cm.

Se prevén pasos peatonales en los distantes viales de forma que entre dos pasos no haya una distancia superior a 125m.



## **1.1.5 Elementos que constituyen el sistema.**

### **1.1.5.1 Tecnología LonWorks®.**

El sistema domótico elegido para implementar la red de control es LONWORKS, considerada la siguiente generación de redes inteligentes, por tratarse de una tecnología abierta y extensible, que permite la arquitectura de control de dispositivos de múltiples fabricantes e interactuar unos con otros. Su flexibilidad permite adaptar fácilmente soluciones a las necesidades de cada aplicación. Además está probado que funciona en el alumbrado exterior y cumple la normativa CENELEC EN50065-1.

### **1.1.5.2 Medio de transmisión.**

LonWorks soporta una gran variedad de medios de transmisión tanto por cable como inalámbricos, el escogido para este proyecto es la propia red eléctrica, puesto que se trata del medio de transmisión más utilizado en los sistemas de alumbrado público y no requiere de cableado adicional.

### **1.1.5.3 Arquitectura.**

La arquitectura es distribuida y descentralizada, permitiendo una comunicación punto a punto entre los componentes, es decir, cada uno de los dispositivos del sistema es independiente y se comunica directamente con cualquier otro dispositivo sin intermediarios ni traductores.

### **1.1.5.4 Alimentación eléctrica.**

La alimentación eléctrica, utilizada como medio de transmisión, es de 230 VAC protegida en origen y estabilizada, con las protecciones necesarias que se detallan en el pliego de condiciones.

### **1.1.5.5 Suministro de energía.**

Por parte de la empresa suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

Suministro de energía en forma de corriente alterna trifásica.

### **1.1.5.6 Cuadro eléctrico y canalización.**

La alimentación será subterránea bajo 2 ó 3 tubos de PVC-semirrígido (corrugado en el exterior y liso en el interior) de 110 mm de diámetro y bajo 2 tubos de 63mm de diámetro.



### 1.1.5.7 Resumen de los principales componentes del sistema de alumbrado.

#### ➤ **Arquitectura.**

La arquitectura es modulable y flexible proporcionando una telegestión que se adapta a cada usuario. El sistema de alumbrado se compone de los siguientes elementos que se detallan a continuación:

- **Puntos de luz.** Contienen:
  - Lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión V.S.A.P.
  - Filtros. Reducen interferencias y ruido en las luminarias.
  - Balastos electrónicos. Ejecutan las instrucciones procedentes del controlador o nodo inteligente regulando el flujo luminoso de cada luminaria.
  - Nodos inteligentes. Permite el control y supervisión de la lámpara a través del balasto electrónico. Identifican los fallos, reciben los comandos ON, OFF y DIMMING del Controlador de Segmento a través de la red eléctrica.
- **Armario central o cuadro eléctrico.** Contiene:
  - Controlador de Segmento, es el elemento principal de la red de alumbrado que controla todos los componentes. Se encarga de comunicar el centro de control con la instalación. Puede utilizar un módem de comunicaciones GPRS o una conexión Ethernet para realizar la comunicación.
  - Router WIFI. Conecta la red con el exterior a través de Internet de tal forma que desde el centro de control donde se encuentra el personal de mantenimiento o desde cualquier ordenador con conexión a Internet se puede conectar con el sistema de alumbrado.
  - Router repetidor y Nodo de control de entrada/salida necesarios para la conexión de los sensores con el controlador de segmento.
- **Sensores:** sensor de luminosidad, sensor de humedad y temperatura y sensor de movimiento que optimizan el funcionamiento de cada luminaria reduciendo el consumo energético.
- **Centro de control.** Es el lugar donde se recogerán todos los datos para la correcta gestión y seguimiento del sistema. Contiene:
  - Ordenadores, para visualizar todo el sistema de alumbrado.
  - Software de telegestión de la instalación de alumbrado. Mediante una simple conexión a Internet permite tener acceso a la visualización de todos los eventos, la programación de los ciclos de funcionamiento, el registro y detalle de las averías.
  - Sistema de alimentación ininterrumpida, proporciona alimentación en caso de corte, de caída de tensión o sobretensiones.
  - Router ADSL, permite la conexión a Internet.



La gestión de las luminarias se realiza punto a punto enviando las señales de control desde el Armario Eléctrico a través de la red eléctrica, utilizando el protocolo estándar EN14908 (LonWorks).

Al llegar la señal a la luminaria a través del nodo inteligente da órdenes al balasto para controlar la luminosidad de las lámparas.

El Armario Eléctrico contiene un módem/router WIFI que conectará la red con el entorno exterior a través de TCP/IP para la gestión y comunicación remota de los elementos del sistema. De esta forma, desde el centro de control o desde un ordenador con conexión a Internet podemos conectarnos con el sistema de alumbrado.

El centro de control se comunica a través de un router ADSL con el exterior desde cualquier lugar y en cualquier momento.

#### 1.1.5.7.1 Luminarias.

En todas las vías se instalarán las farolas necesarias que serán de distinto tipo según las características de la vía: alumbrado vial, alumbrado peatonal, pasos peatonales y carril bici.

Las luminarias contendrán la lámpara y los elementos necesarios de la red de control. Se conectarán a la red eléctrica de manera idéntica a como se realizaría en una instalación convencional.

- Las obras que comprende el presente proyecto son las siguientes:  
Instalación de 299 puntos de luz colocados sobre nuevos postes de hormigón y colocación de centro de mando y protección trifásico.

Las luminarias son de 6 tipos diferentes:

- Vías principales con un sentido de circulación:
  - Tramo alumbrado peatonal: luminarias peatonales cerradas V.S.a.p 150W 230V A.F sobre columnas de 5m.
  - Tramo alumbrado calzada (un sentido de circulación): luminarias viales V.S.a.p 250W 230V A.F sobre columnas de 12m.
- Vías secundarias. Se compone de luminarias V.S.a.p 250W 230V A.F sobre columnas de 12m.
- Vías principales de tráfico rodado. Se compone de una mediana, dos calzadas de 6,2m cada una con dos carriles de circulación rodada en cada sentido:
  - La mediana se compone de luminarias dobles V.S.a.p 250W 230V A.F sobre columnas de 12m y las aceras de luminarias V.S.a.p 150W 230V A.F sobre columnas de 5m.
  - Las rotondas principales se componen de varias luminarias, entre 3 y 12 según el tamaño de la rotonda, V.S.a.p 250W 230V A.F sobre columnas de 12m.

- Se refuerzan algunos pasos de peatones con luminarias cerradas 150W 230V A.F sobre columnas de 5m.
- Zonas peatonales. Se componen de luminarias de estilo clásico para alumbrado urbano V.s.a.p 100W 230V A.F sobre columnas de 4m.
- En las intersecciones de zonas peatonales hay dobles luminarias peatonales cerradas V.S.a.p 150W 230V A.F sobre columnas de 5m.
- Carril bici. Se utilizan luminarias V.s.a.p de 50W.  
La luminaria se integra discretamente en el entorno.
- Zonas de aparcamiento, se componen de dobles luminarias V.S.a.p 250W 230V A.F sobre columnas de 12m.

### 1.1.5.7.2 Balastos.

#### 1.1.5.7.2.1 Balastos electrónicos de doble nivel de potencia.

Permite mantener la lámpara a plena potencia o a potencia reducida. El flujo luminoso se reduce a un 50% y la potencia demandada un 40%.

Se colocan en la parte superior de la luminaria, junto al punto de luz, uno por lámpara.

#### ➤ Funcionalidades:

- Sistema de reducción de potencia por programa:

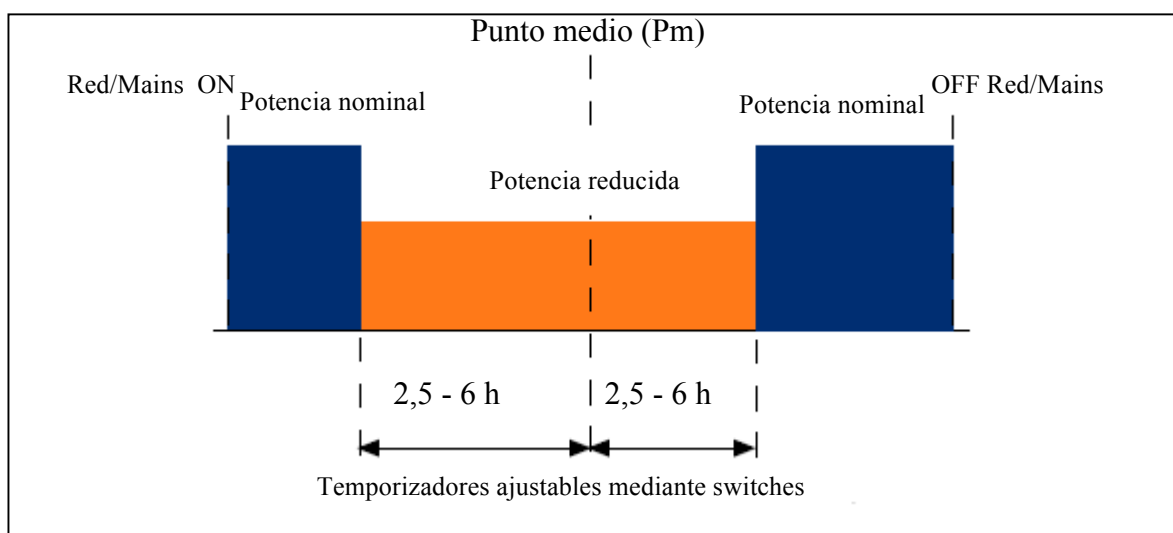


Figura 2: Esquema sistema de reducción de potencia

Fuente: [www.apein-lumtec.com](http://www.apein-lumtec.com)

Programable de 2,5 a 6h en pasos de 0,5h. El cálculo del punto medio se actualiza permanentemente con los tiempos de conexión de los últimos 4 días.



- Apto para entornos exteriores.
- Protecciones: Circuito abierto y cortocircuito.
- Intensidad de arranque controlada.
- Estabilización de potencia frente a variaciones de la tensión de red.
- Incremento de vida de la lámpara.
- Alto factor de potencia: 0,98.
- Bajo nivel de armónicos en red.
- Ahorro de energía debido a la elevada eficiencia.

Se utilizará un tipo de balasto electrónico u otro dependiendo del tipo de luminaria, para lámparas de Vapor de Sodio de 50, 100, 150 y 250W. Sus características técnicas se especifican en el Pliego de Condiciones.

Se usan balastos electrónicos para las lámparas de 50, 100, 150 y 250W: Balasto electrónico de doble nivel EC4 50D, EC4 100D, EC4 150D y EC4 250D, de ECOLUM.

#### 1.1.5.7.3 Controladores o Nodos Inteligentes.

Es un controlador para luminarias de alumbrado público que permite realizar una regulación de luminosidad ajustable según las necesidades de iluminación de cada entorno.

Se colocan en la luminaria o en la base de la columna, uno por cada punto de luz. Se accede por la portezuela que hay en la parte inferior de la luminaria.

Existen diferentes tipos según el tipo de lámpara y balasto que va a controlar. El controlador de luminaria que se va a utilizar es el controlador de luminaria SLaM-BiLevel, de e\_controls.

Es un controlador de luminarias con salida doble nivel con control o sin control de alarmas. Realiza funciones de ahorro energético en instalaciones de alumbrado exterior con equipos de doble nivel.

El equipo permite convertir cualquier instalación a doble nivel sin necesidad de añadir el cable de mando entre el cuadro eléctrico y las luminarias.

Incorpora un mecanismo que permite detectar una lámpara fundida y enviar una alarma de fallo de luminaria a un centro de mantenimiento.

- Referencia producto: **01-0202101**
- Alimentación: **95-230Vca**
- Tecnología: **LonWorks ISO/IEC 14908**
- Bus de Comunicaciones: **PowerLine**
- Entradas: **0**
- Nº Salidas: **2**
- Salidas: **Conmutación de fase, Mando para Doble Nivel**





SLaM-BiLevel es un equipo que proporciona un mecanismo de gestión remota orientado a controlar equipos de doble nivel, ofreciendo una solución práctica y eficaz para realizar funciones de ahorro energético en instalaciones de alumbrado exterior.

Dispone de un sistema de transmisión de datos que cumple con el estándar EN14908 (LonWorks®), que le permite comunicarse con una centralita de gestión ubicada en el cuadro eléctrico de la instalación, utilizando para ello el mismo cable de la red eléctrica existente que alimenta la luminaria.

La función de doble nivel se activa enviando un mensaje por el cable de la red eléctrica hasta las luminarias, donde cada dispositivo activa un contacto que proporciona la señal de mando al equipo de doble nivel.

Con esta función es posible convertir cualquier instalación existente en una instalación energéticamente eficiente sin necesidad de añadir el cable de mando a la instalación.

#### **Funciones principales:**

- Encendido/apagado remoto de la luminaria.
- Control doble nivel sin línea de mando desde el cuadro.
- Alarmas de fallo de punto de luz.

#### **Eficiencia energética:**

- Doble nivel activable independiente por punto de luz.
- Control remoto individualizado por luminaria.
- Encendido/apagado selectivo por zonas.
- Actuación por horarios en cada zona independiente.

#### **Gestión remota:**

- Activación/paro remoto y por temporizador en cuadro.
- Monitorización del estado de cada punto de luz.
- Monitorización de alarmas en la luminaria.

#### **Alarmas:**

- Lámpara fundida: La lámpara se ha fundido y debe ser reemplazada.
- Lámpara en parpadeo: La lámpara comienza a agotarse.
- Fallo de condensador: El condensador debe ser sustituido.
- Fallo interno del dispositivo: El dispositivo de control debe cambiarse.

#### **Integración:**

- Sistema abierto interoperable.
- LonMark® compatible.

Se utilizará el mismo tipo de nodo inteligente para todas las luminarias, cuyas características técnicas se especifican en el Pliego de Condiciones.



#### 1.1.5.7.4      **SENSORES.**

##### 1.1.5.7.4.1      **Nodo medidor de luminosidad y lluvia.**

Son entradas en un sistema domótico y permiten obtener información de aquellos parámetros que se desean monitorizar. En este proyecto se van a utilizar dos tipos de sensores para controlar el nivel de iluminación cumpliendo el reglamento de eficiencia energética en el alumbrado exterior (regulación europea CENELEC EN50065-1).

Los sensores se ubican cerca del armario central en el lugar que se especifique con el contratista para enviar la información al controlador i.LON Smart Server. Para ello, se deben conectar a un Router/Repetidor.

##### 1.1.5.7.4.2      **Sensor de luminosidad.**

Se utiliza para ajustar los niveles de iluminación en función de la luz exterior y para encender/apagar las luces de las lámparas.

##### **Instalación:**

Se ubican cerca del armario central en el lugar que se especifique con el contratista para enviar la información al controlador i.LON Smart Server.

Se conectan los sensores al router mediante el medio de transmisión FTT-10 y el router al controlador i.LON Smart Server mediante PL.

##### **Especificaciones funcionales.**

- Encendido/apagado manual de luces de alumbrado exterior desde el nodo situado en el cuadro domótico.
- Encendido/apagado automático de luces de alumbrado exterior en función del medidor de luz exterior.
- Control de circuitos de alumbrado exterior desde cualquier teléfono exterior, tanto fijo como móvil (si se instala el nodo controlador telefónico INM-020X).
- Control de circuitos exteriores desde Internet. Posibilidad de establecer desde el navegador programaciones horarias del encendido/apagado del alumbrado exterior.

Las características del sensor de luminosidad que se va a utilizar se especifican en el Pliego de Condiciones.



#### 1.1.5.7.4.3 Sensor de lluvia.

Se utiliza, junto con el sensor de luminosidad, para ajustar los niveles de iluminación y proporcionar en cada momento la cantidad de luz necesaria.

Se ubican cerca del armario central en el lugar que se especifique con el contratista para enviar la información al controlador.

El sensor de lluvia se conecta al controlador i.LON Smart Server a través de un Nodo de control Entradas/Salidas.

#### Especificaciones funcionales.

- Sensor que mide la temperatura y la humedad, permite que estos datos sean enviados a través del bus para ser tratados por la solución de automatización.
- Permite visualizar la temperatura y la humedad de las zonas vigiladas, desde el ordenador de control o pantalla de visualización.
- Led de estado y de servicio.
- Opción de incluir hasta cuatro relés.

Las características del sensor de lluvia que se va a utilizar se especifican en el Pliego de Condiciones.

#### 1.1.5.7.5 ARMARIO CENTRAL DE COMUNICACIONES.

En su interior se encuentra la acometida eléctrica general y algunos de los componentes de la red de control:

- 2 controladores i.LON Smart Server.
- El Módem Wifi.
- El Router/Repetidor.
- El nodo de control estándar de entradas/salidas.

Además de todas las protecciones, magnetotérmicos y diferenciales necesarios.

La alimentación se lleva a cabo a través de la línea de baja tensión a 400 V que parte de la empresa suministradora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.

#### 1.1.5.7.5.1 Controlador de Segmento i.LON SmartServer, de Echelon.

Es el elemento principal de la red de control. Este servidor puede controlar, monitorizar y dirigir prácticamente cualquier dispositivo de una red de control permitiendo, en el caso del alumbrado público, una gestión punto a punto de todas las luminarias.



Este dispositivo se instala en el armario central y controla el sistema de telegestión, proporcionando la conexión y comunicación entre el centro de control y las luminarias.

Se le pueden conectar un máximo de 256 controladores o nodos inteligentes, que se corresponden con los distintos puntos de luz. Por tanto, harán falta 2 controladores de segmento.

#### ➤ Características principales:

- Pasarela de conversión GPRS o Ethernet a PowerLine.
- Instalación en cuadro eléctrico carril DIN.
- Reloj astronómico con calendario incorporado, permite programar el valor que deben adquirir determinados parámetros o mandos de un regulador en determinados días y horarios.
- Puerto MODBUS para integración con equipos de otros fabricantes y lectura de contadores de energía.
- Puerto M-Bus para lectura de otros contadores.
- Envío alarmas por correo electrónico.
- Dos entradas y dos salidas relé para usos diversos.
- Rango temperatura funcionamiento  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ .
- Alimentación 100 a 240Vac, 50 a 60Hz, 15W.
- Posee aplicaciones de creación de Servidor Web, programación horaria según fecha, día y hora del día, alarma y registro de datos.
- Dispone de herramienta i.LON Vision Web, que trabaja con Macromedia Contribute para ofrecer una rápida y fácil manera de crear páginas Web de los clientes, para actualizar las instalaciones de propietarios, arrendatarios e ingenieros de mantenimiento, sin que los clientes necesiten HTML, JavaScript o SOAP. i.LON Vision incluye una biblioteca de gráficos de cliente, árboles de navegación y menús para páginas Web. Puede ser editado utilizando cualquier herramienta de autor, incluyendo Macromedia Dreamweaver. Enlazador Web para unir múltiples dominios LonWorks. Servicios Web SOAP/XML, RNI e interfaces LonScanner.
- Se actualiza fácilmente.

#### ➤ Funcionalidades:

- Control. Éste es el elemento que gestiona cada nodo inteligente, según:
  - Órdenes de Encendido / Apagado.
  - Instrucciones de regulación.
  - Horario.
- Monitorización.
  - Estado de la red y de la luminaria (encendido, apagado etc.).
  - Estado de los sensores.



Es capaz de desempeñar funciones de:

- **Adquisición de datos.**
- **Logging de datos.**
- **Gestión de alarmas (robos) y averías.**
- **Envío de mensajes y programación de eventos.**

El acceso a la configuración del Servidor, a todos los datos recogidos, y a los parámetros de los reguladores se ejecuta a través del programa navegador de Internet de cualquier ordenador conectado a la red local o a Internet, desde cualquier lugar. Además de las páginas Web ya integradas, es posible crear e insertar páginas personalizadas que puedan representar mejor la instalación y los datos correspondientes.

Además permite desplegar redes de control, reduciendo tanto el tiempo como los costes, a través de una plataforma flexible y poderosa que puede ser personalizada según las necesidades individuales en proyectos específicos, mientras crea la posibilidad de ser empleada a gran escala en el cableado de la red eléctrica exterior, que sirve de medio de comunicación en red, característica clave para aplicaciones de energía y control en edificios, sistemas de iluminación exterior gestionados por suministradores eléctricos y ciudades, monitorización remota y control del equipamiento, así como un rápido desarrollo de la gestión y control de energía, y servicios de control en tiendas, restaurantes de servicio rápido y otras aplicaciones.

- **Servicios empresariales de i.LON.**

Puede acceder directamente a una red de base de datos LNS (LonWork Network Service) usando SOAP/XML en vez de a través de alguna herramienta de gestión de red como LonMarker.

- **Modo Stand-Alone.**

Puede funcionar en modo Stand-Alone que permite realizar la instalación y configuración de dispositivos en la red sin necesidad de una herramienta software basada en el sistema LNS a través de un interfaz intuitivo y sencillo. En este modo sólo se pueden conectar menos de 200 dispositivos.

- **Gráficas de tendencias de puntos de datos.**

Puede representar valores en tiempo real o históricos del seguimiento de valores.

- **Beneficios.**

- Reduce el uso de energía.

Adapta los niveles de luz según las necesidades en tiempo real: atenúa o aumenta las luces según el horario programado o en respuesta a los acontecimientos del tiempo, como un incremento del cielo cubierto.

- Bajo coste de mantenimiento.

Las compañías de mantenimiento pueden seguir y monitorizar las lámparas individualmente y reemplazarlas incluso antes de fallen. En caso de fallo, dispone de unas alarmas automáticas que lo notifican al sistema, evitando inspecciones innecesarias. El resultado es que se consiguen ciudades más seguras y menos coste de mantenimiento.



- Instalación rápida y asequible.  
Puede ser instalado en minutos y con un mínimo de entrenamiento. El software da una visión del sistema entero que permite tomar decisiones inteligentes de una manera más rápida.
- Futura prueba de tu inversión.  
Asegura tu inversión ya que ofrece flexibilidad:
  - Añade nuevas tecnologías cuando estén disponibles, sin cambiar tu red.
  - Añade nuevos servicios, tales como sensores de tráfico y medioambiente, LEDs intermitentes para emergencias, o exigencias de luz para eventos especiales, sin tocar la infraestructura.
- Proporciona alta fiabilidad, incluso en la cara del crecimiento urbano. Las nuevas construcciones de edificios, calles etc. no afectan a la tecnología de las comunicaciones por cables de alta tensión.
- Aumenta la seguridad de los conductores y los peatones.

#### 1.1.5.7.5.2 Módem/Router Wifi.

Es el encargado de comunicar el elemento de conexión a internet del cuadro eléctrico con el Centro de Control. La comunicación permite transmitir el estado de funcionamiento de las luminarias, alarmas, horarios y otras configuraciones de los equipos.

Permite gestionar y controlar el sistema de alumbrado desde el exterior a través de Internet.

Está ubicado en el armario central.

Será necesario disponer de conexión a internet hasta el cuadro eléctrico por parte del ayuntamiento.

Para ello, se conectará a una línea telefónica ADSL para la conexión a Internet y al controlador de segmento, que es el principal elemento de la red de control, por su puerto RJ11.

El puesto de control dispone de Router ADSL con dirección de entrada fija, accede a la aplicación Web que incorpora el controlador i.LON Smart Server.

#### 1.1.5.7.5.3 Nodo Router/Repetidor.

Se utiliza para conectar diferentes medios de comunicación creando redes más complejas. Se necesita uno para conectar los sensores al controlador i.LON Smart Server.

Se ubica en el armario central de comunicaciones.

Funciona según las normas del estándar LonWorks ANSI 709.

Se conecta a la red de control a través del controlador i.Lon Smart Server mediante PL y a los sensores de luminosidad y humedad a través del canal FTT-10.

Las características del nodo router/repetidor se especifican en el Pliego de Condiciones.

#### 1.1.5.7.5.4 Nodo de entrada/salida.

Es el encargado de controlar los parámetros del sensor de lluvia. Permite conectar a la red de control sensores con diferente medio físico y velocidad.

##### Especificaciones funcionales.

- Funciona según las normas vigentes del estándar LonWorks.
- Incorpora electrónica para adaptar sondas de agua.
- Soporta pulsadores estándar, así como sensores de gas, fuego, humo, etc.
- Máximo número de entradas: cuatro.
- Todas las entradas trabajan con muy baja tensión (5V) dando un alto grado de seguridad a la instalación e incrementando la vida útil de los mecanismos al conmutar pequeñas tensiones y corrientes.
- Suministra alimentación a los sensores a él conectados.

##### Instalación.

Se instalará en el armario central de comunicaciones donde se conecta al controlador i.Lon SmartServer a través del Router repetidor.

##### Conexión eléctrica:

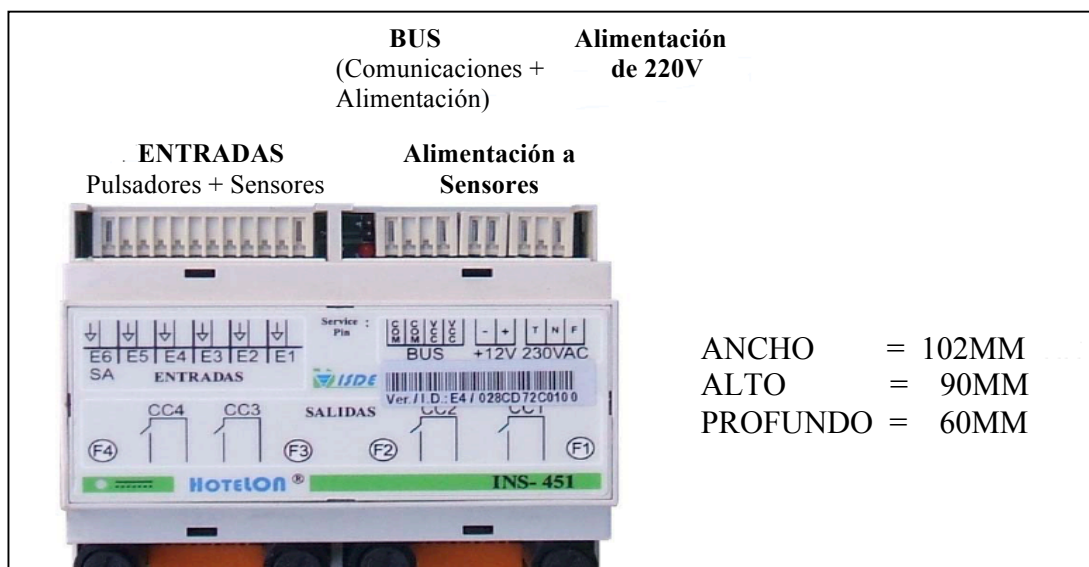


Figura 3: Nodo de entradas/salidas, de ISDE

Fuente: [www.isde-ing.com/](http://www.isde-ing.com/)





#### 1.1.5.7.6 Centro de telegestión.

El centro de telegestión es el lugar desde donde se va a realizar un control centralizado de toda la instalación. Es el lugar habitual de mantenimiento de la red de control y, por tanto, de toda la instalación de alumbrado público. En el mismo se integran servicios de telecomunicaciones como WIFI.

Se ubica en la empresa mantenedora de la instalación o en el lugar habilitado por el ayuntamiento.

En el Centro de Control irán instalados los siguientes elementos:

- PC con el Software de telegestión instalado.
- Router ADSL o MODEM RED Telefónica Básica conectado al PC.
- Sistema de alimentación.

##### 1.1.5.7.6.1 PC central.

El puesto de control dispone de dos ordenadores centrales que recogerán toda la información acerca de la instalación de forma que si uno falla sea el otro ordenador el que controle la red.

##### 1.1.5.7.6.2 Sistema de alimentación.

El centro de telegestión dispondrá de un sistema autónomo de alimentación ininterrumpida (SAI) con baterías para que, en caso de corte, de caída de tensión o sobretensiones, el sistema siga funcionando.

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida ofrece una protección de alto rendimiento para los sistemas informáticos del centro de telegestión. Proporciona una batería eléctrica de seguridad que permite trabajar durante períodos de cortes de suministro cortos y medios. También protege el equipo de los daños debidos al repentino aumento de la corriente y a los picos de corriente que circulan por el dispositivo y por las líneas de teléfono. El reconocido software de cierre apaga automáticamente el sistema informático en caso de un apagón prolongado.

Las características del sistema de alimentación se especifican en el Pliego de Condiciones.

##### 1.1.5.7.6.3 Router ADSL.

El Router ADSL que permite la conexión a Internet al centro de telegestión.

Se conectará por un lado directamente al PC y por otro al punto de conexión ADSL.

Las características del router ADSL se especifican en el Pliego de Condiciones.



#### 1.1.5.7.7 Programación del sistema de control: Software de Gestión de Red y Aplicaciones.

Es una aplicación software que permite realizar el control y monitorización remota de toda la instalación de alumbrado público.

La aplicación permite tener bajo control todas y cada una de las luminarias de forma individual (punto a punto), proporcionando las alarmas de mal funcionamiento de los equipos a través de mensajes de correo electrónico y facilitando el control de encendido y apagado de cada luminaria de manera individualizada o bien en grupos definidos por el usuario.

En definitiva:

- Configura el Controlador de Segmento, que incluye la configuración del reloj astronómico, los programas que regulan la intensidad de luz para cada grupo de puntos de luz, el escenario dinámico de luz y sus prioridades, las entradas y salidas digitales del armario central etc.
- Controla el armario central.
- Controla los puntos de luz (encender / apagar / regular las lámparas) según una programación, manualmente o de acuerdo a los parámetros externos proporcionados por los sensores u otros dispositivos.
- Monitoriza el sistema de alumbrado público, proporciona:
  - Horas de funcionamiento.
  - Registro del consumo de energía diario y mensual.
  - Estado de las lámparas (encendido, apagado...), análisis de horas de funcionamiento de las lámparas.
  - Estado de la red.
  - Ahorro energético.
  - Control y monitorización online.
- Detección automática y notificación de fallos:
  - Ausencia de alarmas: el punto de luz funciona perfectamente.
  - Fallo de lámpara: la lámpara se ha fundido y debe ser cambiada.
  - Lámpara en intermitencia: la lámpara comienza a agotarse.
  - Fallo de condensador: el condensador debe ser sustituido.
  - Fallo de relé.
  - Corrupción de memoria.

Avisa de las alarmas de mal funcionamiento de las luminarias a través de mensajes de correo electrónico.

El sistema de telegestión tiene en memoria los números de teléfono de todos los agentes de guardia y sus plannings. De este modo, cuando se produce un fallo, la llamada se realiza según un calendario (día/noche, vacaciones...) y un orden establecido, hasta que se tenga en cuenta la alarma.

Además, la telegestión realiza un diagnóstico preciso de la avería. De este modo, el técnico, pasará menos tiempo buscando el problema y podrá equiparse con las herramientas adecuadas.

- El centro de control registra todos los incidentes, cambios de estados, etc. Los históricos permitirán analizar y optimizar el funcionamiento de la instalación.
- La telegestión permite gestionar de forma permanente un número ilimitado de instalaciones. Cada punto vigilado transmite sus informaciones al Centro de Control en el que se puede tener una visión del conjunto de la red.

Por ejemplo, gracias a los sinópticos gráficos del Puesto Central es posible visualizar una instalación o controlar un equipo.

- Recoge, junta y registra los históricos de datos y alarmas de todos los controladores de segmento.
- Gestiona el contenido de la base de datos.
- Al usuario final le proporciona: informes de fallos, informes de energía, control en tiempo real usando mapas de la ciudad, gestión de alarmas, tiempo de vida de las lámparas y más. Permite acceder a cualquier elemento de la red, datos, enviar cualquier comando y leer en tiempo real estados y datos.
- El interfaz de usuario es simple e intuitivo.

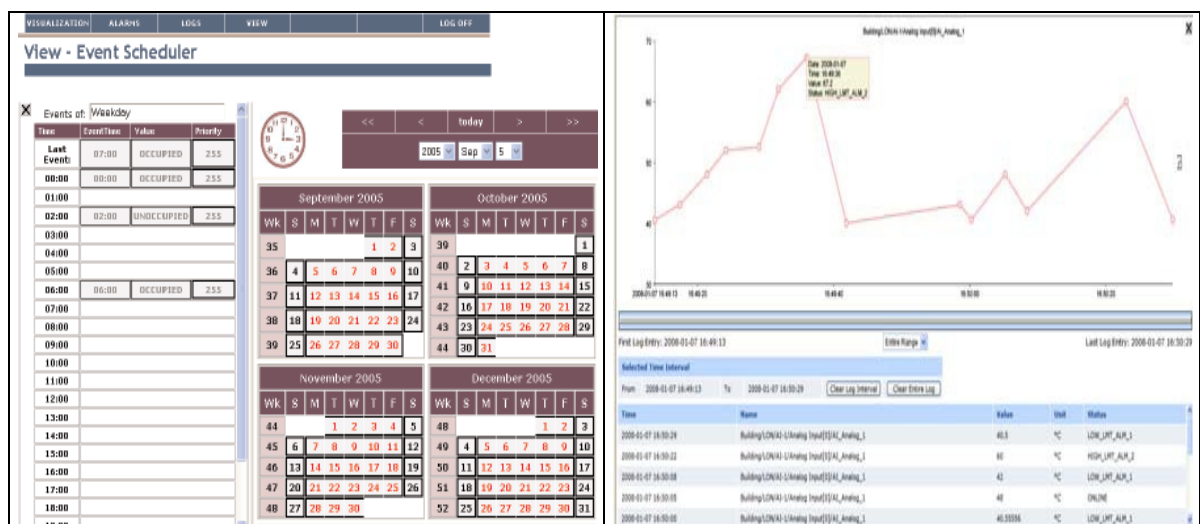


Figura 4: Programación y Logging de datos. Fuente: [www.echelon.com](http://www.echelon.com)

### 1.1.6 Resumen de los componentes que constituyen la red de alumbrado.

Los elementos que constituyen el sistema de alumbrado público los vamos a resumir en las siguientes tablas:

#### 1.1.6.1 Luminarias.

| LUMINARIAS   |  |                               |              |                       |                        |
|--------------|--|-------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| Vsap<br>150W | Vsap<br>150W<br>doble paso<br>peatones | Vsap<br>150W paso<br>peatones | Vsap<br>250W | Vsap<br>250W<br>doble | Vsap<br>Carril<br>bici |
| 76           | 8                                      | 8                             | 148          | 48                    | 11                     |
| TOTAL        |  |                               |              |                       |                        |
| 299          |  |                               |              |                       |                        |

Tabla 1: tipo de luminaria y potencia (W)

#### 1.1.6.2 Elementos que constituyen el centro de telegestión.

| DISPOSITIVOS            | UNIDADES |
|-------------------------|----------|
| Ordenadores             | 2        |
| Router ADSL             | 1        |
| Sistema de Alimentación | 1        |

Tabla 2: dispositivos centro telegestión

#### 1.1.6.3 Elementos que constituyen la red de control.

| DISPOSITIVOS              | UNIDADES |
|---------------------------|----------|
| <b>En luminaria</b>       |          |
| Nodos inteligentes        | 299      |
| Balastos electrónicos     | 299      |
| <b>En armario central</b> |          |
| i.LON Smart Server        | 2        |
| Router/Repetidor          | 1        |
| Router Wifi               | 1        |
| Nodo control E/S          | 1        |
| <b>Otros</b>              |          |
| Sensor de luminosidad     | 1        |
| Sensor de lluvia          | 1        |

Tabla 3: Dispositivos red de control



### 1.1.7 Plazos de ejecución y sanción.

La obra completa de urbanización se realizará en dos fases.

El plazo de ejecución de la 1ª Fase será de 12 meses, o el señalado en su oferta por el adjudicatario si fuera menor.

La 2ª Fase, que consistirá en las obras de acabados de calles capas de rodadura, pavimentaciones de aceras incluidos pasos sobreelevados, parte de la jardinería y mobiliario urbano y se realizará en el plazo de seis meses, a partir de dos años de concluir la 1ª Fase.

El Ayuntamiento podrá conceder Licencias de obras de construcción acabada la 1ª Fase.

La sanción por demora en el cumplimiento del plazo total de ejecución de los trabajos será de 300 euros por día natural de retraso. Cuando las penalidades por demora alcancen el 20 por 100 del importe del contrato, el órgano de contratación está facultado para proceder a la resolución del mismo o acordar la continuidad de su ejecución con imposición de nuevas penalidades.

### 1.1.8 Revisión de precios.

Los trabajos se abonarán a los precios contratados y mediante liquidación efectuada a su recepción.

En el supuesto de que se haya ejecutado el 20 por 100 del importe del contrato y hayan transcurrido un año desde su adjudicación, procederá la revisión de precios.

En todo caso, habrán de cumplirse conjuntamente ambas condiciones para tener derecho a revisión de precios, quedando excluida de la misma la parte de los trabajos ejecutados hasta ese momento.

La revisión se efectuará conforme a la fórmula polinómica nºs 7, 24, 48 aprobada por Decreto 3650/70, de 19 de diciembre.

Pamplona, Junio del 2012  
El autor del proyecto

Marta Conte Sorribas  
Ingeniero de Telecomunicación



## 1.1.9 BIBLIOGRAFÍA.

### Memoria.

### Introducción.

<http://www.aranguren.es/es/urbanismo/vivienda/encurso/object.aspx?o=13304>

<http://www.acr.es/iluminacion-led-inteligente/luix.aspx>

### Componentes.

<http://www.streetlightmonitoring.com/slvwebsite/index.php/slvhomepage>  
(Streetlight.Vision solution)

<http://www.streetlightmonitoring.com/slvwebsite/index.php/slvsolution>

<http://www.arelsa.com/>

<http://www.masespacio.eu/>

<http://www.afeisa.es/>

<http://www.lighting.philips.es/> (Balastos electrónicos)

[http://www.ecat.lighting.philips.com/l/dynavision-dali-xtreme-for-son/lp\\_cf\\_ddvdxson\\_eu\\_fa\\_es\\_lp\\_prof\\_atg/cat/es/](http://www.ecat.lighting.philips.com/l/dynavision-dali-xtreme-for-son/lp_cf_ddvdxson_eu_fa_es_lp_prof_atg/cat/es/)

<http://www.ecat.lighting.philips.com/l/es/>

<http://www.apecin-lumtec.com/>

<http://www.multilamp.es/> (Nodo inteligente)

<http://www.multilamp.es/iluminacion/controladores-de-luminaria/slam-dali-1-puerto/302-2.html>

<http://www.isde-ing.com/> (Sensor de luminosidad, sensor de lluvia y nodo de control E/S)

<http://www.echelon.com/products/cis/smartserver/> (i.LON Smart Server)

[http://www.echelon.com/products/cis/presentations/iLON\\_SmartServer\\_2\\_0\\_Overview.pdf](http://www.echelon.com/products/cis/presentations/iLON_SmartServer_2_0_Overview.pdf)

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps6202/index.html> (Módem/Router Wifi)

[http://www.ciao.es/Informaciondelproducto/Cisco\\_877W\\_Integrated\\_Services\\_Router\\_\\_625310](http://www.ciao.es/Informaciondelproducto/Cisco_877W_Integrated_Services_Router__625310)

[http://www.sysmik.de/indexTable.php?t=tableProducts&b=varsStdRtr&s=0,4,2&f=\\*&l=en](http://www.sysmik.de/indexTable.php?t=tableProducts&b=varsStdRtr&s=0,4,2&f=*&l=en) (Nodo router/repetidor)

[http://www.apc.com/resource/include/techspec\\_index.cfm?base\\_sku=bk500ei](http://www.apc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=bk500ei) (SAI)



# PLIEGO DE CONDICIONES ILUMINACIÓN PÚBLICA





| ÍNDICE  | PÁGINA |
|---|--------|
| 1.2 PLIEGO DE CONDICIONES ILUMINACIÓN PÚBLICA.....                                | 123    |
| 1.2.1 Objeto.....   | 123    |
| 1.3 DISPOSICIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA.....                                 | 123    |
| 1.3.1 Disposiciones generales.....  | 123    |
| 1.3.2 Niveles luminotécnicos según la CEI.....                                    | 126    |
| 1.3.2.1 Criterio de Iluminancia.....  | 126    |
| 1.3.2.1.1 Vías de tráfico rodado.....   | 126    |
| 1.3.2.1.2 Vías de tráfico rodado de baja, muy baja velocidad y carriles bici..... | 127    |
| 1.3.2.1.3 Clases de alumbrado para vías peatonales.....                           | 127    |
| 1.3.2.1.4 Niveles luminotécnicos para calzadas.....                               | 127    |
| 1.3.2.1.5 Niveles luminotécnicos para zonas peatonales.....                       | 128    |
| 1.3.2.1.6 Alumbrados específicos.....   | 128    |
| 1.4 MATERIALES, DIPOSITIVOS Y CARACTERÍSTICAS.....                                | 129    |
| 1.4.1 Procedencia de los materiales.....  | 129    |
| 1.4.2 Materiales básicos.....   | 129    |
| 1.4.3 Control de calidad, recepción y ensayos.....                                | 129    |
| 1.4.4 Materiales que no reúnan las condiciones.....                               | 130    |
| 1.5 INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO.....                                | 131    |
| 1.5.1 ELEMENTOS A INSTALAR.....   | 131    |
| 1.5.1.1 Aspectos generales.....   | 131    |
| 1.5.1.1.1 Requisitos Técnicos de los Tipos de Materiales....                      | 131    |
| 1.5.1.2 Luminarias.....   | 132    |
| 1.5.1.3 Lámparas.....   | 132    |
| 1.5.1.4 Columnas.....   | 133    |
| 1.5.1.5 Toma a tierra para elementos instalados.....                              | 133    |
| 1.5.1.6 Centros de mando.....   | 133    |
| 1.5.1.7 BALASTOS ELECTRÓNICOS.....  | 134    |
| Balasto doble nivel de potencia.....  | 134    |
| 1.5.1.8 NODOS INTELIGENTES.....   | 136    |
| 1.5.1.9 SENSORES.....   | 137    |
| 1.5.1.9.1 Nodo medidor de luz exterior.....                                       | 137    |
| 1.5.1.9.2 Nodo medidor de temperatura y humedad.....                              | 137    |



|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| 1.5.1.10    | CONTROLADOR ILON SMARTSERVER.....  | 138 |
| 1.5.1.11    | Nodo router repetidor para sensores.....   | 138 |
| 1.5.1.12    | Nodos de control estándar 6E/4S.....   | 139 |
| 1.5.2       | CENTRO DE TELEGESTIÓN.....   | 139 |
| 1.5.2.1     | ELEMENTOS.....   | 139 |
| 1.5.2.1.1   | Ordenadores.....   | 139 |
| 1.5.2.1.2   | Módem/Router WiFi.....   | 141 |
| 1.5.2.1.3   | Conexión ADSL.....   | 142 |
| 1.5.2.1.4   | Sistema de alimentación interrumpida.....  | 142 |
| 1.5.2.1.4.1 | Características y ventajas.....  | 143 |
| 1.5.3       | ENSAYOS.....   | 144 |
| 1.5.3.1     | Comprobaciones fotométricas.....   | 144 |
| 1.5.3.2     | Comprobaciones eléctricas.....   | 145 |
| 1.5.4       | Período de garantía.....   | 145 |
| 1.6         | NORMATIVA ALUMBRADO PÚBLICO.....   | 146 |
| 1.6.1       | Propuesta de modelo de ordenanza municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética (IDAE-2002)..... | 147 |
| 1.6.2       | Ley Foral 10/2005 Ordenación del Alumbrado para la protección del medio nocturno.....  | 148 |
| 1.6.3       | Decreto Foral 199/2007 Reglamento de desarrollo de la Ley Foral 10/2005.....   | 148 |
| 1.6.4       | RD 1980/2008 Eficiencia energética en Alumbrado Público.....   | 149 |
|             | ITC-EA-01: Eficiencia energética, requisitos mínimos de la misma y calificación energética de las instalaciones de alumbrado.....                                      | 149 |
|             | ITC-EA-02: Niveles de iluminación en diferentes ámbitos, como el vial, ornamental, señales y anuncios luminosos, festivo, etc. ....                                    | 150 |
|             | ITC-EA-03: Resplandor luminoso nocturno y limitación de la luz intrusa o molesta.....  | 150 |
|             | ITC-EA-04: Componentes de las instalaciones (lámparas, luminarias, equipos auxiliares, sistemas de accionamiento y sistemas de regulación).....                        | 150 |



|           |  |     |
|-----------|--|-----|
|           | ITC-EA-05: Documentación técnica, verificaciones e inspecciones y puesta en servicio y funcionamiento de las instalaciones.....      | 150 |
|           | ITC-EA-06: Mantenimiento de las instalaciones, con el establecimiento de un factor de mantenimiento el registro correspondiente..... | 150 |
|           | ITC-EA-07: Mediciones, ensayos y comprobaciones antes de realizar las medidas.....   | 151 |
| 1.7       | ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....   | 152 |
| 1.7.1     | Objeto.....  | 152 |
| 1.7.2     | Disposiciones legales de la aplicación.....  | 152 |
| 1.7.3     | Características de la obra.....  | 154 |
| 1.7.3.1   | Descripción de la obra y situación.....  | 154 |
| 1.7.3.2   | Plazo de ejecución y Mano de obra.....   | 154 |
| 1.7.3.3   | Interferencias y servicios afectados.....  | 154 |
| 1.7.3.4   | Unidades constructivas que componen la obra.....   | 155 |
| 1.7.4     | Centros de salud más cercanos.....   | 155 |
| 1.7.5     | Riesgos.....   | 155 |
| 1.7.5.1   | Riesgos profesionales.....   | 156 |
| 1.7.5.2   | Riesgos de daños a terceros.....   | 157 |
| 1.7.5.2.1 | Riesgos para peatones.....   | 157 |
| 1.7.5.2.2 | Riesgos para vehículos.....  | 157 |
| 1.7.6     | Prevención de riesgos profesionales.....   | 158 |
| 1.7.6.1   | Medios preventivos colectivos.....   | 158 |
| 1.7.6.2   | Actuaciones preventivas.....   | 158 |
| 1.7.6.3   | Protecciones individuales.....   | 160 |
| 1.7.6.4   | Protecciones colectivas.....   | 160 |
| 1.7.6.5   | Formación.....   | 161 |
| 1.7.6.6   | Medida preventiva y primeros auxilios.....   | 161 |
| 1.7.6.7   | Instalaciones de salud y bienestar.....  | 161 |
| 1.7.6.8   | Servicios de prevención.....   | 161 |
| 1.7.6.8.1 | Servicios Técnicos de Seguridad y Salud.....   | 162 |
| 1.7.7     | Prevención de riesgos de daños a terceros y protección.....  | 162 |
| 1.7.7.1   | Organización preventiva.....   | 162 |
| 1.7.8     | Pliego de Condiciones.....   | 162 |
| 1.7.8.1   | Obligaciones del contratista.....  | 162 |
| 1.7.8.2   | Coordinador en materia de seguridad y salud.....   | 163 |
| 1.7.8.3   | Condiciones de los medios de protección.....   | 163 |
| 1.7.8.3.1 | Protecciones personales.....   | 164 |
| 1.7.8.3.2 | Protecciones colectivas.....   | 164 |
| 1.7.9     | Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....   | 165 |



---

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 1.7.10 | Obligaciones del contratista.....  | 165 |
| 1.7.11 | Obligaciones de los trabajadores autónomos (si los hubiera).....                 | 166 |
| 1.7.12 | Libro de incidencias.....  | 167 |
| 1.7.13 | Paralización de los trabajos.....  | 168 |
| 1.7.14 | Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras..... | 168 |
| 1.8    | BIBLIOGRAFÍA.....  | 169 |



## 1.2 PLIEGO DE CONDICIONES ILUMINACIÓN PÚBLICA.

### 1.2.1 OBJETO.

El objeto del proyecto es la instalación de un sistema de telegestión en el alumbrado público del sector Entremutilvas con el objetivo de conseguir Ahorro y Eficiencia energética, mejorar la protección del medio ambiente mediante un uso eficiente y racional de la energía que consumen y la reducción del resplandor luminoso nocturno. Se tendrá en cuenta la seguridad vial de los peatones y propiedades que deben proporcionar dichas instalaciones.

En el Pliego de Condiciones se detallan las características técnicas y la normativa que deben cumplir los componentes del sistema de telegestión de alumbrado público, así como un Estudio básico de Seguridad y Salud.

## 1.3 DISPOSICIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA.

### 1.3.1 Disposiciones generales.

- Todas las instalaciones de alumbrado exterior y las conectadas a ellas, cumplirán el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente.

En el proyecto se fijará como mínimo los valores de los siguientes parámetros:

- Iluminancia media en servicio, Em (lux).
- Uniformidad media, Um (%).

Para el diseño de las instalaciones de alumbrado exterior se seguirán las recomendaciones de la Comisión Internacional de Alumbrado (CEI) (**Artículo 115**), relativas a los parámetros luminotécnicos, tomando los valores recomendados como niveles objetivos a conseguir y se cumplirán los Requerimientos Técnicos y Niveles de Iluminaciones establecidas en el Pliego de Condiciones.

El alumbrado exterior comprende los siguientes tipos de instalaciones de alumbrado:

- Alumbrado vial y alumbrados específicos.
- Alumbrado de túneles y pasos inferiores.
- Alumbrado de aparcamientos al aire libre.
- Alumbrado de fachadas de edificios y monumentos.
- Alumbrado de instalaciones deportivas y recreativas exteriores.
- Alumbrado de áreas de trabajo exteriores.
- Alumbrado de seguridad.
- Alumbrado de carteles y anuncios luminosos.
- Alumbrado de escaparates.
- Alumbrado festivo y navideño.



- Las instalaciones de Alumbrado Exterior se proyectarán de tal forma que el consumo de las mismas sea inferior a un vatio por metro cuadrado ( $1\text{w}/\text{m}^2$ ); no obstante, en casos excepcionales y debidamente justificados podrá llegarse a consumos de uno con cinco vatios por metro cuadrado ( $1,5\text{w}/\text{m}^2$ ).
- En las instalaciones que requieran mayores exigencias cromáticas que las que se consiguen con las lámparas de vapor de sodio de alta presión podrán emplearse las de vapor de mercurio color corregido, halogenuros, etc., como por ejemplo en parques, jardines o zonas residenciales o monumentales especiales, siempre que cumpla la limitación de consumo.
- Como norma general, se evitará la colocación de soportes de puntos de luz en las medianas de las vías de tráfico muy intenso.
- Salvo en aquellos casos en los que pueda garantizarse una correcta vigilancia de las instalaciones, los soportes de luz instalados en parques y jardines tendrán una altura superior a ocho metros (8m.). En cualquier caso se evitará que el punto de luz esté situado a una altura inferior a dos metros (2m.).
- En las vías de tráfico peatonal muy escaso y circulación rodada rápida no se pintarán los soportes de puntos de luz, debiendo tener, por tanto, una terminación de galvanizado.
- El número de centros de mando de cada instalación será el menor posible, haciendo compatible esta exigencia con los cálculos de sección de los cables.

#### ➤ **Mantenimiento de las instalaciones.**

Considerando que este tipo de instalaciones están implantadas a la intemperie, con el consiguiente riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles y, teniendo en cuenta la función que, en materia de seguridad, de las personas y bienes, dichas instalaciones desempeñan, deberá establecerse un correcto mantenimiento, tanto preventivo como correctivo de las mismas, al objeto de conservar sus prestaciones en el transcurso del tiempo.

La programación del mantenimiento preventivo y su periodicidad se establecerá teniendo en cuenta la vida media y depreciación luminosa de las lámparas, ensuciamiento de las luminarias en función de su hermeticidad y grado de contaminación atmosférica, pintado de soportes, verificación y revisión de cuadros de alumbrado, etc. El mantenimiento preventivo, comprenderá la siguiente programación, con la periodicidad en las operaciones, que se señala:

##### a) *Lámparas.*

- Reposición en instalaciones con funcionamiento permanente de 24h. (túneles, pasos inferiores) de 1 a 2 años.
- Reposición en instalaciones con funcionamiento nocturno de 2 a 4 años.



*b) Equipos Auxiliares.*

- Reposición masiva equipos auxiliares (balastos, arrancadores y condensadores) de 8 a 10 años.

*c) Luminarias.*

- Limpieza del sistema óptico y cierre (reflector, difusor) de 1 a 2 años.
- Control de las conexiones y de la oxidación con cada cambio de lámpara.
- Control de los sistemas mecánicos de fijación con cada cambio de lámpara.

*d) Centros de Mando y Medida.*

- Control del sistema de encendido y apagado de la instalación 1 vez cada seis meses.
- Revisión del armario 1 vez al año.
- Verificación de las protecciones (interruptores y fusibles) 1 vez al año.
- Comprobación de la puesta a tierra 1 vez al año.

*e) Instalación eléctrica.*

- Medida de la tensión de alimentación 1 vez cada seis meses.
- Medida del factor de potencia 1 vez cada seis meses.
- Revisión de las tomas de tierra 1 vez al año.
- Verificación de la continuidad de la línea de enlace con tierra 1 vez al año.
- Control del sistema global de puesta a tierra de la instalación 1 vez al año.
- Comprobación del aislamiento de los conductores de 2 a 3 años.

*f) Soportes.*

- Control de la corrosión (interna y externa) 1 vez al año.
- Control de las deformaciones (viento, choques) 1 vez al año.
- Soportes de acero galvanizado (pintado primera vez) 15 años.
- Soportes de acero galvanizado (pintado veces sucesivas) cada 7 años.
- Soportes de acero pintado cada 5 años.

Cuando en el transcurso del tiempo coincidan la reposición de lámparas y la limpieza de luminarias, ambas operaciones se ejecutarán de forma simultánea. La reposición masiva de lámparas y la limpieza de luminarias se completará efectuando el control de las conexiones y verificando el funcionamiento del equipo auxiliar.

El sistema de gestión centralizado proporciona el mantenimiento correctivo que comprenderá las operaciones necesarias para la detección y reparación de averías con rapidez y buena calidad, de forma que se mejore la seguridad de este tipo de instalaciones de alumbrado exterior.



## 1.3.2 NIVELES LUMINOTÉCTICOS SEGÚN LA COMISIÓN ESPAÑOLA DE ILUMINACIÓN (CEI).

### 1.3.2.1 Criterio de Iluminancia.

Para determinar los niveles luminotécnicos que se aplicarán al alumbrado público se utilizarán los criterios de iluminancia, puesto que resulta impracticable aplicar los criterios de luminancia. Esta situación se da cuando la distancia de visión es inferior a los 60m (valor mínimo que se utiliza para el cálculo de luminancia), y cuando no se puede situar adecuadamente al observador debido a la sinuosidad y complejidad del trazado de la carretera.

En estos casos se aplicarán los criterios de calidad de iluminación mediante la iluminancia media y su uniformidad, que corresponden a las clases de alumbrado de la serie CE (tabla 4).

La clasificación de las situaciones de proyecto y las clases de alumbrado en función de los tipos de usuarios de las vías de tráfico y su velocidad característica se establece en las tablas 5,6 y 7:

#### 1.3.2.1.1 VÍAS DE TRÁFICO RODADO.

| TIPO DE VÍA   | CLASE DE ALUMBRADO   |
|---|--|
| Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).                                   | CE 0, CE 1   |
| - Vías colectoras y rondas de circunvalación.<br>- Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. | CE 1, CE 2   |
| - Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones.  | CE 1, CE 2   |
| - Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.   | CE 2, CE 3   |
| - Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.   | Si flujo de tráfico:<br>importante ....CE 2, CE 3<br>Bajo.... CE 4, CE 5 |
| Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.<br>Calles residenciales con aceras peatonales a lo largo de la calzada               | CE 4, CE 5   |

Tabla 4: Clases de alumbrado para vías de tráfico rodado.

### 1.3.2.1.2 VÍAS DE TRÁFICO RODADO DE BAJA, MUY BAJA VELOCIDAD, Y CARRILES BICI.

| TIPO DE VÍA   | CLASE DE ALUMBRADO  |
|---|---|
| Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas | Si flujo de tráfico de ciclistas:<br>Alto....S 1,S 2<br>Bajo....S 3,S 4     |
| Aparcamientos en general.<br>Estaciones de autobuses.   | Si flujo de tráfico de peatones:<br>Alto....CE 1A,CE 2<br>Bajo....CE 3,CE 4 |

Tabla 5: Clases de alumbrado para vías de tráfico rodado baja, muy baja velocidad y aparcamientos.

### 1.3.2.1.3 CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS PEATONALES.

| TIPO VÍA   | CLASE DE ALUMBRADO   |
|--|--|
| Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. | Si flujo de tráfico de peatones<br>Alto....CE 1A, CE 2, S1<br>Bajo....S2, S3, S4 |
| - Paradas de autobús con zonas de espera.<br>- Áreas comerciales peatonales.           | Si flujo de tráfico de peatones<br>Alto....CE 1A, CE 2, S1<br>Bajo....S2, S3, S4 |
| Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.                | Si flujo de tráfico de peatones<br>Alto....CE 1A, CE 2, S1<br>Bajo....S2, S3, S4 |

Tabla 6: clase de alumbrado para vías peatonales.

### 1.3.2.1.4 Niveles luminotécnicos para calzadas.

| Clase de Alumbrado | Iluminancia Media<br>Em (lux) | Uniformidad Media<br>Um |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| CE 0               | ≥ 50                          | ≥ 0.40                  |
| CE 1               | ≥ 30                          | ≥ 0.40                  |
| CE 1A              | ≥ 25                          | ≥ 0.40                  |
| CE 2               | ≥ 20                          | ≥ 0.40                  |
| CE 3               | ≥ 15                          | ≥ 0.40                  |
| CE 4               | ≥ 10                          | ≥ 0.40                  |
| CE 5               | ≥ 7.5                         | ≥ 0.40                  |

Tabla 7: Niveles luminotécnicos para calzadas según clase de alumbrado

\* Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse



un factor de depreciación no mayor de 0,8 dependiendo del tipo de luminaria y grado de contaminación del aire.

### 1.3.2.1.5 Niveles luminotécnicos para zonas peatonales.

| Clase de Alumbrado | Nivel medio iluminancia Em (Lux) | Iluminancia mínima Emin (Lux) | Uniformidad Media Um (%) |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <b>S1</b>          | 15                               | 5                             | 33                       |
| <b>S2</b>          | 10                               | 3                             | 30                       |
| <b>S3</b>          | 7.5                              | 1.9                           | 25                       |
| <b>S4</b>          | 0                                | 1                             | 20                       |

Tabla 8: Niveles luminotécnicos para zonas peatonales según clase de alumbrado

### 1.3.2.1.6 Alumbrados específicos:

|  |   |
|--|---|
| <b>Alumbrado de Parques y Jardines. Accesos al parque o jardín, sus paseos y andadores, áreas de estancia, escaleras, glorietas, taludes, etc.</b> | Niveles de iluminación del alumbrado de las vías peatonales, así como lo dispuesto en la Publicación CIE 94-1993. |
| <b>Alumbrado de Glorietas y Rotondas.</b>  | $Em \geq 40 \text{ Lux}$ . $Um \geq 0.5$  |
| <b>Alumbrado de Instalaciones Deportivas</b>   | Normativa específica recogida en las Publicaciones CIE nos 42, 45, 57, 67, 83 y 112.                              |
| <b>Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.</b>   | Pasos peatonales no semaforizados:<br>CE1 áreas comerciales.<br>CE 2 zonas residenciales.                         |

Tabla 9: Alumbrados específicos

El proyecto comprende las siguientes clases de alumbrado:

- Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.
- Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.
- Calles residenciales con aceras peatonales a lo largo de la calzada.
- Paradas de autobús con zonas de espera.
- Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas.
- Aparcamientos en general.
- Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.

Y los siguientes alumbrados específicos:

- Alumbrado de Parques y Jardines.
- Alumbrado de Glorietas y Rotondas.
- Alumbrado de Instalaciones Deportivas y Recreativas exteriores.
- Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.



## **1.4 MATERIALES, DISPOSITIVOS Y CARACTERÍSTICAS.**

### **1.4.1 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.**

El Contratista propondrá al Director de obra con suficiente antelación, no inferior a siete (7) días, las procedencias de los materiales que se proponga utilizar, aportando cuando así lo solicite el Director, las muestras y/o datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en obra, materiales cuya procedencia haya sido aprobada plenamente por el Director.

La puesta en obra de cualquier material no atenuará en modo alguno el cumplimiento de las especificaciones prescritas.

### **1.4.2 MATERIALES BÁSICOS.**

Los materiales básicos son los descritos en el apartado 4.5 del Pliego Condiciones.

### **1.4.3 CONTROL DE CALIDAD, RECEPCIÓN Y ENSAYOS.**

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego, y ser aprobados por el Director de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o sin estar aprobados por el Director de Obra, será considerado como defectuoso o, incluso, rechazable. Por ello, será preciso de la utilización para el proyecto de los materiales indicados, tanto en memoria, planos, Pliego y Presupuesto.

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y forma que prescriba el Director de Obra o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo la Inspección del Director de Obra o del Técnico en quien delegue.

Cuando los materiales no fueran de calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales de los Pliegos se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de Obra dará orden al Contratista para que a costa los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.



Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra a cargo del Contratista, o vertidos en lugares indicados por el Director de Obra.

Se distinguen tres tipos de ensayos:

- Ensayos previos.
- Ensayos de funcionamiento.
- Ensayos de recepción.

La realización de los dos primeros corresponderá exclusivamente al Contratista y su coste va íntegramente incluido en los precios de las unidades de obra.

El tipo y frecuencia de los ensayos a realizar para el control de recepción de los materiales y las unidades de obra, será definido por el Director y su coste irá con cargo al Contratista hasta un límite máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de adjudicación de la obra (IVA incluido).

En cualquier caso el Director de obra podrá disponer de los medios propios o contratados con terceros que estime oportunos para realizar el control de calidad de recepción de la obra contratada.

#### **1.4.4 MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES.**

Cuando los materiales no fueran de calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación que en él se exige, o cuando a falta de prescripciones específicas de aquel, se reconociera que no eran adecuadas para su fin, la Dirección de Obra podrá dar orden al Adjudicatario para que, a su cuenta, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

En caso de incumplimiento de esta orden, podrá proceder a retirarlo por cuenta y riesgo del Contratista.



## 1.5 INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO.

### 1.5.1 ELEMENTOS A INSTALAR.

#### 1.5.1.1 Aspectos generales.

##### 1.5.1.1.1 Requisitos Técnicos de los Tipos de Materiales.

- Todos los elementos se ajustarán a lo establecido en las respectivas normas europeas EN, española UNE y de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC.
- Los aparatos eléctricos cumplirán además el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y se seguirán las recomendaciones de la Comisión Internacional de Alumbrado (CEI) (**Artículo 115**).
- La Red de Control deberá cumplir la Norma ANSI/ EIA 709.2.
- Se aplicarán las normas establecidas por la comunidad a la que pertenece, en el presente proyecto se aplicará la Orden Foral 2897/1985 del Gobierno de Navarra.
- Todo el material de las instalaciones deberá cumplir las normas de seguridad que le son de aplicación, y en concreto el marcado CE según Reales Decretos 7/88 “Exigencias de seguridad del material eléctrico”, R.D. 444/1994 “Requisitos de protección, relativos a compatibilidad electromagnética de equipos, sistemas e instalaciones” y R.D. 154/95 “Exigencias del marcado CE”.
- En lo relativo al comportamiento de los componentes electrónicos de los sistemas de encendido y apagado, de los sistemas de regulación del nivel luminoso, así como de los dispositivos que constituyen los sistemas de gestión centralizada de instalaciones de alumbrado público, se deberán efectuar como mínimo ensayos de aceptación de compatibilidad electromagnética, temperaturas y sus ciclos, seguridad, funcionamiento, hermeticidad y los complementarios exigidos por el Ayuntamiento.
- Los materiales que, sin especificarse en este Pliego, sean necesarios para la ejecución de las obras que comprende esta Instalación y no han sido detallados en los sub-apartados posteriores, serán de la mejor calidad, debiendo presentar el Contratista, para su aprobación por la Dirección de Obra, cuantos catálogos, informes y certificados sean necesarios. Si esta presentación de información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos que permitan tener datos sobre la calidad de tales materiales.
- Todo el material y equipo suministrado por el Contratista será nuevo, normalizado y de marcas de reconocida calidad y garantías.

### 1.5.1.2 Luminarias.

- En las instalaciones de Alumbrado Exterior se emplearán lámparas cuyo rendimiento esté por encima de los cien lúmenes por vatio (100 lm/W) y cuya vida útil sea superior a las dieciséis mil (16.000) horas, a una media de diez (10) horas por encendido.
- Además del vapor de sodio de alta presión, podrán emplearse otras fuentes de luz como vapor de mercurio color corregido, con o sin halogenuros metálicos, cuando se impongan exigencias de color en la instalación, como puede ocurrir en la iluminación de parques, monumentos, ciertas zonas peatonales, etc.
- Las características físicas y eléctricas de las lámparas de vapor de sodio de alta presión y de sus equipos encendido (balastos y arrancadores), cumplirán la Norma CEI nº 662.
- Las láminas de vapor de mercurio color corregido tendrán las características físicas y eléctricas definidas en la Norma UNE 20.354-76 “Lámparas de descarga de vapor de mercurio a alta presión. Lámpara de 50 W, 80 W, 125 W, 250 W, 400 W y 1.000 W” y sus balastos las definidas en la Norma UNE 20.395, “Balastos para lámparas de vapor de mercurio a alta presión”.
- Los puntos de luz se situarán siempre a una altura mínima de tres metros (3m) del nivel del pavimento. En concreto, para fuentes de luz de vapor de sodio de alta presión:

| Potencia de lámparas | Altura soporte |
|----------------------|----------------|
| 70, 100, 150 W       | 3 a 6 metros   |
| 150 W                | 8 a 9 metros   |
| 250 W                | 10 metros      |
| 400 W                | 12 metros      |
| 600 W                | 14 metros      |
| 750 W                | 14 a 16 metros |
| 1.000 W              | 16 a 18        |

*Figura 5: altura de las lámparas según la potencia.*

### 1.5.1.3 Lámparas.

Las lámparas son lámparas de vapor de sodio de alta presión de 100, 150 y 250W y lámpara LED de 24W para el carril bici.

Las características son las siguientes:

- Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.
- Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ( $T_{color} = 2100$  K) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ( $IRC = 25$ , aunque hay modelos de 65 y 80). Esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.



- La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.
- Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000°C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.
- Este tipo de lámparas tiene muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

#### Lámpara MASTER SON (T) PIA Plus.

Las lámparas utilizadas son lámparas Master SON-T PIA Plus de Philips, se caracterizan porque tienen un flujo más elevado a igual potencia, libre de plomo lo que la hace reciclable y respetuosa con el medio ambiente, tiene una eficacia extremadamente alta y su seguridad, el reencendido es prácticamente instantáneo (menos de 30 seg.).

|                               | VSAP   |               |               |
|-------------------------------|--|---------------|---------------|
| Potencia(W)                   | 100, 22.99€  | 150,27.19€    | 250,40.79€    |
| Índice Reproducción Cromática | 20-39(class4)  | 20-39(class4) | 20-39(class4) |
| Tensión de red (V)            | 230  | 230           | 230           |
| Flujo luminoso(lm)            | 10.700   | 18.000        | 33.300        |
| Rendimiento (lm/W)            | 107  | 117           | 130           |
| Casquillo                     | E40  | E40           | E40           |
| Vida media (h)                | 32.000   | 32.000        | 32.000        |
| Vida útil (h)                 | 20.000   | 20.000        | 20.000        |
| Depreciación                  | Sin fallos durante las primeras 6.000h de funcionamiento |               |               |

Tabla 10: características de las lámparas

#### 1.5.1.4 Columnas.

Las columnas están montadas sobre base de hormigón con pernos de sujeción con características mecánicas que soporten las condiciones más desfavorables de instalación como es el viento.

Las columnas están provistas de portezuela para alojar en su interior los fusibles de protección, que serán bipolares de 10 A, previstos para conexión de conductores de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección mínima.



#### 1.5.1.5 Toma a tierra para elementos instalados.

Todos los elementos estarán conectados a toma de tierra.

Estará formada por una pica cilíndrica de acero-cobre de longitud mínima de dos mil mm. (2.000mm.) y catorce con seis mm. de diámetro (14.6mm.), y conductor de cobre desnudo de treinta y cinco (35) mm<sup>2</sup> de sección con terminales para unión del cable de apoyo y soldadura o grapa para conexión del cable a la pica. Las picas llevan grabado, de forma indeleble y legible, el nombre o marca del fabricante, longitud en metros y las siglas UNESA 6501 en la parte superior de la pica.

Las picas se sometieron antes de su instalación, sobre una muestra del uno por ciento (1%) del suministro total, a las siguientes comprobaciones:

- Verificación de dimensiones.
- Adherencia de la capa de cobre.
- Dureza del acero.
- Espesor de la capa del cobre.

#### 1.5.1.6 Centros de mando.

- Para el accionamiento y protección de las unidades luminosas se instalarán centros de mando, cuyo emplazamiento figurará en los planos del Proyecto.

- Los centros de mando se situarán, siempre que sea posible, en el alojamiento reservado al efecto en el interior de las casetas de transformación de las Compañías Eléctricas.

- Los centros de mando constarán de un interruptor general magnetotérmico y, por cada circuito de salida, de un contactor accionado mediante célula fotoeléctrica o dispositivo electrónico. Dispondrá, asimismo, para casos de maniobra manual, de un interruptor manual, de un interruptor diferencial, así como de sus correspondientes fusibles calibrados.

- El interruptor diferencial cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE 20.383, “Interruptores automáticos diferenciales por intensidad de defecto a tierra para usos domésticos y usos generales análogos”.

- El contactor cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma CEI 158/1.

- Con el fin de unificar el encendido de los centros de mando de un mismo emplazamiento a una misma hora, se accionarán todos los contactores en cascada desde uno de ellos, a cuyo fin se instalará un hilo piloto de conexión.

- El número de centros de mando de cada instalación será el menor posible, haciendo compatible esta exigencia con los cálculos de sección de los cables, de tal forma que la sección de estos no sobrepase los treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm<sup>2</sup>) y que la caída de tensión sea inferior al tres por ciento (3%). Asimismo, deberá tenerse en cuenta la tarifa eléctrica en vigor.

- Los centros de mando dispondrán de una célula fotoeléctrica para el encendido y apagado automático de la instalación, que se situará en el punto de luz más próximo al centro de mando y estará montada en la parte superior del báculo, junto a la luminaria y por encima de ésta.

### 1.5.1.7 BALASTOS.

#### 1.5.1.7.1 Balastos electrónicos para lámparas de vapor de sodio alta presión de doble nivel de potencia.

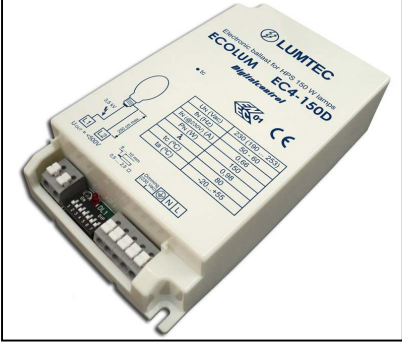
|   | CARACTERÍSTICAS           |   |
|---|---------------------------|---|
|   |                           |   |
|  | Potencia lámpara          | 50W-150W-250W   |
|   | Tensión de referencia     | 230V  |
|   | Rango de tensiones        | 190-253V  |
|   | Frecuencia de red         | 50-60Hz   |
|   | Intensidad nominal        | 0,25A- 0,66A- 1,10A   |
|   | Reducción flujo luminoso  | 40%(50W)<br>50%   |
|   | Factor de potencia        | 0,96 (100W)<br>0,98 (150W-250W)   |
|   | Frecuencia funcionamiento | Potencia nominal:<br>55Hz-50Hz-70Hz<br><br>Potencia reducida:<br>70Hz-60Hz-90Hz |
|   | Temperatura máx.          | 80°C  |
|   | Rango de temperatura      | -20... +60°C(100W)<br>-20... +55°C(150-250W)                                    |
|   | Dimensiones               | 111x79x33(50W)<br>146x93x39mm (100-150W)<br>195x100x80mm (250W)                 |
|   | Tiempo vida media         | 50.000h   |
|   | Grado de protección IP    | IP 20(Balasto para incorporar en luminaria)                                     |

Fig. 6: Balasto electrónico de doble nivel EC4 150D, de ECOLUM.

Incorporan varias protecciones que apagan la lámpara e inhiben el balasto para evitar averías. La indicación de la causa que ha provocado la parada (diodo LED) permite optimizar las actuaciones de mantenimiento. Restablecidas las condiciones normales de funcionamiento, el balasto se rearma automáticamente. Si la causa se repite un número de veces establecido, el balasto se inhibe definitivamente. Para rearmar el balasto se debe cortar durante, al menos, 10 segundos la tensión de alimentación.

➤ **Normativas:** Marcado CE.

➤ **Esquema de conexión:**

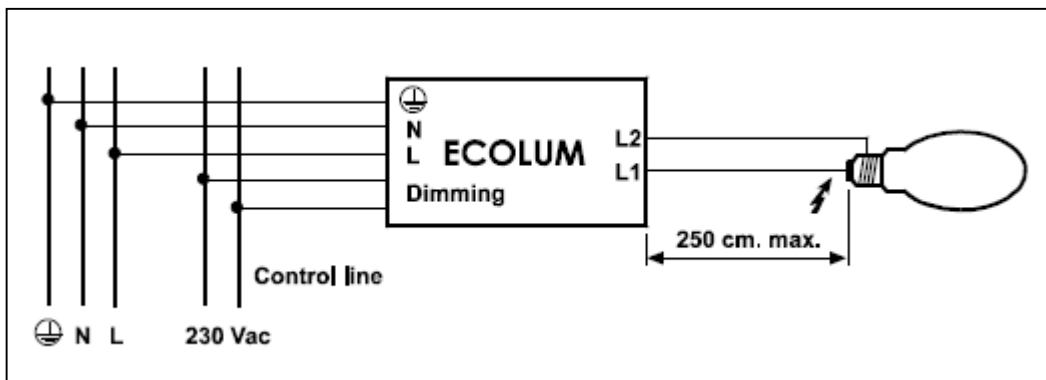


Figura 7: Esquema de conexión

#### 1.5.1.8 NODOS INTELIGENTES.



| CARACTERÍSTICAS   |              |
|---|--------------|
| Alimentación  | 95 a 250Vac  |
| Temperatura de funcionamiento                                   | -20°C a 70°C |
| Admite cualquier lámpara de descarga de 70W a 400W              |              |
| Detecta el tipo de carga automáticamente                        |              |
| Contacto de salida para señal de mando de doble nivel           |              |
| Desconexión automática al detectar fallo del punto de luz       |              |
| Proporciona un mantenimiento preventivo de la instalación       |              |
| Detección de alarmas por medida coseno phi, corriente y tensión |              |
| Instalable en báculo, interior de luminaria o caja estanca      |              |
| Protocolo de comunicaciones abierto EN 14908 (LonWorks)         |              |
| Medio de transmisión a través de la red eléctrica (PowerLine)   |              |
| Comunicación PowerLine estándar CENELEC 50065-1                 |              |
| Dimensiones   | 63x118x40mm  |

Fig.8: Controlador de luminaria

Referencia: 01-0202101 slaM-BiLevel.

#### 1.5.1.9.1 Nodo medidor luz exterior, de ISDE.



##### 4.5.1.9.1.1 Características.

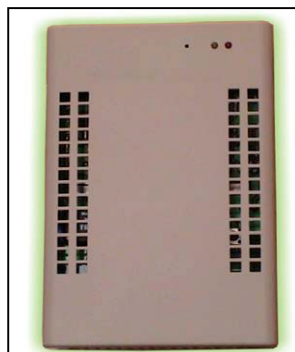
- Referencia: CNM-040R/V3.
- Tecnología LonWorks.
- Permite el encendido/apagado automático en función de la luz exterior medida por el medidor de luz exterior o de forma manual desde el nodo.
- Utilizado para el control de zonas de alumbrado exterior tanto en modo automático como en modo manual.

Fig.9: Nodo medidor luz exterior, de ISDE.

| CARACTERÍSTICAS               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Alimentación                  | 9-16 VDC.                             |
| Consumo                       | < 30 mA.                              |
| Temperatura de funcionamiento | 0°C - +50 °C.                         |
| Humedad                       | 5-90% sin condensación                |
| Temperatura de almacenaje     | -40 +85 °C.                           |
| Reloj                         | 5MHz.                                 |
| Transceptor                   | RS-485      FTT-10.                   |
| Velocidad                     | 78 KBPS                               |
| Actualización de firmware     | a través de la red de comunicaciones. |
| Sujección mecánica            | Carril DIN 2U.                        |

#### 1.5.1.9.2 Nodo sensor de temperatura y humedad, de ISDE.

##### 1.5.1.9.2.1 Características.



- Referencia: ISTH-100-F.
- Transceptor FTT-10.
- Tecnología LonWorks.
- Incluye sensor de temperatura y humedad.
- Permite la visualización de la temperatura y de la humedad de cada zona de control en el ordenador de supervisión.
- Captura los datos de temperatura y humedad para ser tratados en sistemas de automatización.

Fig.10: Nodo sensor de temperatura y humedad, de ISDE.

| CARACTERÍSTICAS               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| Alimentación                  | 12 VDC                 |
| Consumo máximo                | 0, 3 A.                |
| Transceptor y velocidad       | FTT -10 / 78 KBPS      |
| Temperatura de funcionamiento | 0 °C - +60 °C (+ -1°C) |
| Rango sensor de humedad       | -40 °C +8 °C           |
| Almacenaje                    | -40°C +8 °C            |

### 1.5.1.10 Controlador i.LON SmartServer. 1.5.1.10.1 Características técnicas.

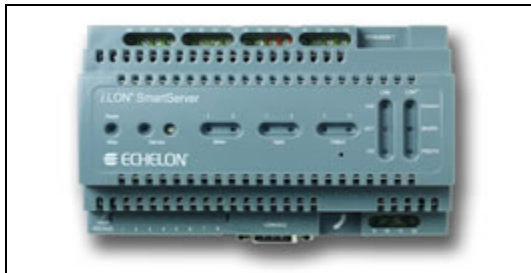


Fig.11: Controlador de segmento i.Lon SmartServer, de Echelon.

| CARACTERÍSTICAS                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Requisitos mínimos de PC             | Pentium III @ 1.3GHz, 768MB de RAM, unidad DVDROM, 100MB de espacio libre en disco.   |
| <b>Especificaciones Hardware</b>     |   |
| Procesador                           | MIPS32™   |
| Canal topología                      | Tipo 72101R-4xx y 72102R-4xx: TP/FT-10 libre par trenzado.<br>72103-4x: PL-20N o PL-20C línea eléctrica.  |
| Conector red LONWORKS                | terminales de tornillo  |
| Voltaje de funcionamiento de entrada | 100 – 240VAC(alimentación), 50/60 Hz.   |
| Consumo de energía                   | <15 Watts   |
| Controles                            | Servicio botón, botón de reinicio.  |
| Indicadores                          | Encendido/Wink<br>Conexión Ethernet, Ethernet actividad, 10/100 Mbps<br>Servicio LONWORKS, BIU (PL solamente), PKD (PL only), Tx, Rx<br>(2) Entradas digitales<br>(2) Salidas de relé<br>(2) Entradas de medición |
| Puerto Ethernet                      | Interfaz de estado de conexión remota de red 10/100BaseT, auto-selección, polaridad automática.   |
| Conector Ethernet                    | RJ-45, 8 conductor.   |
| Puertos serie                        | (1) Puerto RS-485 aislado<br>(1) puerto EIA-232   |
| Conectores serie                     | terminales de tornillo  |
| Modem                                | Opcional módem analógico interno V.90   |
| Conector módem                       | RJ-11, 6 conductor  |
| Puerto de Consola                    | EIA-232   |
| Conector de la Consola               | DB-9  |

|  |  |
|--|--|
| Entradas Digitales AC/DC                     | 2 entradas de contacto seco aisladas ópticamente, 30V  |
| Conector Entrada Digital                     | terminales de tornillo   |
| Salidas de Relé                              | 2 salidas de relé SPST nominal de 240VAC @ 10A or 24VDC @ 10A  |
| Conector de Salida de Relé                   | terminales de tornillo   |
| Impulsos entradas del medidor                | DIN 43 864 (tensión en los bornes abiertos $\leq$ 12VDC max; max corriente $\leq$ 27mA).                       |
| Medidor de Impulso                           |  |
| Conector de entrada                          | terminales de tornillo   |
| Temperatura de funcionamiento                | FT Modelos: 0 a +50 ° C; Modelos PL: -40 to +60°C  |
| Temperatura sin funcionamiento               | FT Modelos: -40 a +85 ° C; Modelos PL: -40 to +85°C -40 A +85 ° C  |
| Humedad de inoperatividad (Sin condensación) | FT Modelos: 5 a 90% máximo de humedad relativa a 50°C<br>PL Modelos: 5 a 90% máximo de humedad relativa a 60°C |
| Dimensiones                                  | H: 3.51", W: 5.47", D: 2.60" (8TE DIN, H: 8.9 cm, W: 13.8 cm, D: 6.6 cm)                                       |

Tabla 11: características i.LON Smart Server

#### 1.5.1.11 Nodo router repetidor para sensores.



##### 4.5.1.11.1 Características.

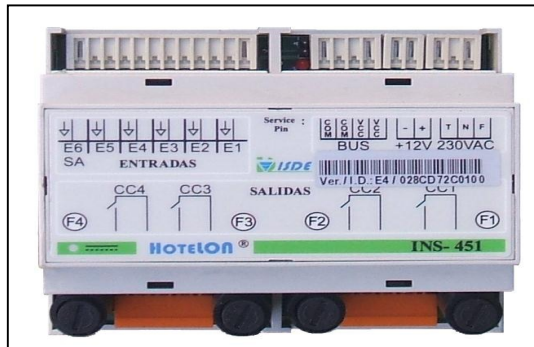
- Tecnología LonWorks.
- Router para conectar redes LonWorks de FTT-10 a Power Line.
- Indicación del estado del router mediante diodos LEDs.
- Puede ser montado sobre carril DIN de 6 unidades.

Fig.12: Router RTRS-TP/FT-PL20 De SysMik.

| CARACTERÍSTICAS               |               |
|-------------------------------|---------------|
| Alimentación                  | 100...240 VAC |
| Frecuencia                    | 50-60 Hz      |
| Temperatura de funcionamiento | -20... +50°C  |
| Temperatura de almacenamiento | -20... +70°C  |
| Estándar de protección        | IP20          |
| Dimensiones                   | 107x110x62mm  |



### 1.5.1.12 Nodos de control estándar 6E/4S.



- 1.5.1.12.1 Características.**
- Referencia INS-451-F/V3.
  - Tecnología LONWORKS®.
  - Proporciona 6 entradas y 4 salidas.
  - Dimensiones 102x90x 60mm.

Fig.13: Nodos de entradas y salidas, de ISDE.

| CARACTERÍSTICAS                         | RS-485-78K  | FTT-10 |
|---|---|--------|
| Alimentación                            | 220 VAC   |        |
| Alimentación Bus                        | 12 VDC  |        |
| Grado de protección                     | IP 44   |        |
| Número de entradas                      | 6 (libres de tensión)                                     |        |
| Número de salidas                       | 4 (electromecánicas mediante relé)                        |        |
| Características contacto de conmutación | Relé con potencia sobre contacto de 1000 VA, $\cos\phi=1$ |        |
| Transceptor                             | RS-485 mejorado   | FTT-10 |
| Velocidad de comunicaciones             | 78kbps  | 78kbps |
| Temperatura de funcionamiento           | 0 +55°C   |        |
| Sujección mecánica                      | Carril DIN, 6u  |        |
| Actualización firmware                  | A través del BUS  |        |
| Humedad                                 | 20% a 85% RH sin condensación                             |        |
| Almacenaje                              | -40°C a +85°C   |        |

## 1.5.2 CENTRO DE TELEGESTIÓN.

### 1.5.2.1 ELEMENTOS. Contiene:

- Ordenadores, para visualizar todo el sistema de alumbrado.
- Router ADSL, permite la conexión a internet.
- Sistema de alimentación ininterrumpida, proporciona alimentación en caso de corte, de caída de tensión o sobretensiones.

#### 1.5.2.1.1 Ordenadores.

Las características mínimas del PC son:

- Pentium III @ 1.3GHz.
- 768MB RAM.
- DVD-ROM drive.
- 100 MB de espacio libre en el disco.
- Sistema Operativo Windows Vista o Windows XP.

### 1.5.1.2.2 Módem/Router Wifi con ADSL.



Fig.14: Router WIFI CISCO 877W Integrated Services Router  
Enrutador inalámbrico + conmutador de 4 puertos (integrado)

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                   |   |
|--|---|
| Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura) | 26 cm. x 23.2 cm. x 5.1 cm.   |
| <b>Peso</b>                                | 1 Kg.   |
| Velocidad de transferencia de datos.       | 54 Mbps.  |
| Banda de frecuencia.                       | 2.4 GHz.  |
| Protocolos.                                |   |
| Protocolo de direccionamiento              | RIP-1, RIP-2.   |
| Protocolo de interconexión de datos        | Ethernet, Fast Ethernet, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g.  |
| Red/Protocolo de transporte                | PPTP, L2TP, IPSec, PPPoE, PPPoA   |
| Protocolo de gestión remota                | Telnet, SNMP3, http, HTTPS.   |
| Protocolo de señalización digital          | ADSL, ADSL2, ADSL2+   |
| Características de seguridad.              | Protección firewall, auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP, soporte de NAT, asistencia técnica VPN, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), Stateful Packet Inspection (SPI), activable, filtrado de dirección MAC, soporte IPv6, Sistema de prevención de intrusiones (IPS), soporte Wi-Fi Multimedia (WMM), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), Network Admissions Control (NAC) |
| Cumplimiento de normas.                    | IEEE 802.1D, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED   |
| Alimentación.                              | CA 120/230V (50/60 Hz).   |
| Interfaz.                                  | RJ-45.  |
| Puertos de entrada y salida.               | 4 x 10/100 Base-T.<br>1 x RJ-11 DSL.  |



### 1.5.2.1.3 Conexión ADSL.

El centro de telegestión dispondrá de conexión ADSL. El ayuntamiento tiene que contratar una línea ADSL que se conecta al router por su puerto RJ11 y éste a los ordenadores.

### 1.5.2.1.4 Sistema de alimentación interrumpida.

- Referencia: APC Back-UPS CS 500VA, 230V.

| CACTERÍSTICAS   |   |
|---|---|
| <b>Salida.</b>  |   |
| Capacidad de potencia de salida                         | 300 Vatios / 500 VA   |
| Max. Potencia Configurable                              | 300 Vatios / 500 VA   |
| Voltaje de salida nominal                               | 230 V   |
| Conexiones de salida                                    | (1) IEC 320 C13 (Protección contra subidas de tensión)  |
|   | (3) IEC 320 C13 (Batería de reserva)  |
|   | (2) IEC Jumpers (Protección contra subidas de tensión)  |
| <b>Entrada.</b>   |   |
| Voltaje Nominal de Entrada.                             | 230 V   |
| Frecuencia de entrada                                   | 50/60 Hz +/- 3 Hz (detección automática)  |
| Rango de voltaje ajustable para operaciones principales | 160 – 300V  |
| Rango de voltaje de entrada en operaciones principales  | 196 – 280V  |
| <b>Baterías y tiempo de autonomía.</b>                  |   |
| Tipo de batería.  | Batería libre de mantenimiento sellada al plomo con electrolito suspendido, a prueba de fugas.  |
| Tiempo típico de recarga.                               | 6 horas   |
| Tiempo de alimentación de reserva típico a media carga  | 13.9 minutos (150 Vatios)   |
| Tiempo de protección típico a plena carga               | 3.8 minutos (300 Vatios)  |
| <b>Comunicación y Gestión</b>                           |   |
| Puerto Interfaz   | DB-9 RS-232, USB  |
| Panel de Control  | LED de Estado con Indicadores de 'En Red', 'Batería activada', 'Cambiar Batería' y 'Sobrecarga' |
| Alarma Acústica   | Alarma en caso de 'Batería en funcionamiento', 'Batería baja' y 'Sobrecarga'                    |
| <b>Descripción física</b>                               |   |
| Altura x anchura x profundidad                          | 165mm x 91mm x 284mm  |
| Peso  | 6.32 KG   |
| <b>Descripción medioambiental</b>                       |   |
| Temperatura de trabajo                                  | 0 - 40 °C   |
| Humedad Relativa de Trabajo                             | 0 - 95%   |

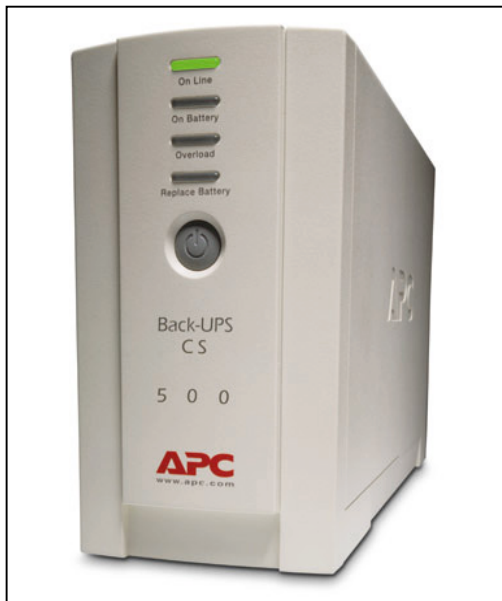
Anexo

Aplicación de soluciones domóticas y de telecomunicaciones para la gestión y el control de servicios urbanos

142

| <b>Protección y Filtro contra Picos de Voltaje</b> |   |
|--|---|
| Medición de Energía de Picos de Voltaje (Julios)   | 300 Julios  |
| Filtro   | Teclado de tamaño grande                                  |
| Protección de línea de datos                       | RJ-45 Protección de Módem/Fax (línea única de dos cables) |
| <b>Conformidad</b>                                 |   |
| Aceptaciones                                       | Ciclo C,CE,EN 50091-1,EN 50091-2, GOST, VDE               |
| Garantía estándar                                  | reparación o cambio                                       |

#### 1.5.2.1.4.1 Características y Ventajas.



##### **Protección de sobretensiones de líneas de datos.**

Protege las cargas conectadas de sobretensiones, picos, rayos y otras perturbaciones eléctricas.

##### **Tomas exclusivas para subidas de tensión y protegidas por baterías.**

Reserva la capacidad eléctrica y el tiempo de autonomía para el equipo conectado que requiere batería de reserva y ofrece sólo protección contra sobrecorrientes para equipos menos importantes.

Fig.15: SAI, de Schneider Electric.

| <b>Comodidad</b>                              |  |
|---|--|
| Indicadores LED de estado                     | Verifique rápidamente el estado de la unidad y de la alimentación mediante indicadores ópticos |
| Posibilidad de señal audible                  | El sistema le notificará los cambios que se produzcan en el estado de la red eléctrica.        |
| Tomas espaciadas del transformador de entrada | Protege el equipo con transformadores de entrada sin bloquear el acceso a otros receptáculos   |
| Sustitución de baterías sin herramienta       | Permite la sustitución rápida y fácil de las baterías  |



### 1.5.3 ENSAYOS.

Además de los ensayos descritos anteriormente, todos los elementos instalados deberán ser sometidos a ensayos de fábrica que comprenderán las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual de los aparatos incluyendo aspecto exterior, estado de etiquetado, etc.
- Ensayos de funcionamiento a criterio industrial.

#### Durante el montaje:

- Verticalidad y anclaje de los elementos.
- Facilidad para reposición de elementos.

#### Después del montaje:

Previamente a la recepción provisional de las instalaciones, se procederá a la realización de las comprobaciones fotométricas y eléctricas que se indican en los siguientes apartados:

#### **1.- Comprobaciones Fotométricas.**

En los casos en que el cálculo de la instalación se haya realizado a partir de la iluminancia, se realizarán las dos siguientes comprobaciones:

- Medida de la iluminancia media inicial con un luxómetro de sensibilidad espectral, coseno y horizontalidad corregidos a nivel del suelo, obteniéndola como media de las medidas efectuadas en dieciséis (16) puntos distribuidos en los vértices de una cuadrícula limitada por los bordillos de las aceras y por las perpendiculares a los mismos desde la vertical de un punto de luz consecutivos, aun cuando éstos estén situados al tresbolillo.
- Medida del coeficiente de uniformidad como cociente entre la iluminancia del punto con menos iluminancia y la media de la iluminancia en los dieciséis (16) puntos medidos.

En aquellos casos en los que el cálculo de la instalación se haya efectuado a partir de la luminancia, se medirá éste con un luminancímetro situado a uno con cinco metros (1,5m.) del suelo, con la rejilla apropiada al ancho total de la vía y sobre el tramo de calle comprendido entre los sesenta (60) y ciento sesenta metros (160m.) del pie del aparato.

En cualquier caso, los valores obtenidos serán, como mínimo, iguales a los definidos en el proyecto (se admite una desviación de más o menos diez por ciento (10%), si la desviación es superior a este valor se comprobarán las características de la lámpara de la luminaria, se comprobará el funcionamiento de la luminaria y la ubicación del punto de luz, así como su nodo inteligente y balasto electrónico).



## 2.- Comprobaciones Eléctricas.

- Resistencias a tierra: Se medirán todas las resistencias a tierra de los bastidores y armarios de los centros de mando y, al menos, en dos (2) puntos de luz elegidos al azar de distintos circuitos. En ningún caso, su valor será superior a diez ohmios ( $10\Omega$ ).
- Equilibrio de fases: Se medirá la intensidad de todos los circuitos con todas las lámparas funcionando y estabilizadas, no pudiendo existir diferencias superiores al triple de la que consume una (1) de las lámparas de mayor potencia del circuito medido.
- Protección contra sobreintensidades: Los cartuchos fusibles permitirán el paso de vez y media (1,5 veces) la intensidad de régimen, y a su vez deben calibrarse para proteger al conductor de menor sección del circuito.
- Energía reactiva: La medición efectuada en las tres fases de la acometida de la Compañía Eléctrica con todos los circuitos y lámparas funcionando y estabilizados deben ser siempre superior al cero con nueve (0,9) inductivo.
- Caída de tensión: Con todos los circuitos y lámparas funcionando y estabilizados se medirá la tensión a la entrada del Centro de Mando y en al menos en dos (2) puntos de luz elegidos por el Director, entre los más distantes de aquél, no admitiéndose valores iguales o superiores al 3 por 100 (3%) de diferencia.
- Aislamientos: En el tramo elegido por el Director y después de aislarlo del resto del circuito y de los puntos de luz se medirá el aislamiento entre fases, entre fases y neutro y entre fases y tierra siendo todos los valores superiores a mil (1.000) veces la tensión de servicio expresado en ohmios ( $\Omega$ ), con un mínimo de doscientos cincuenta mil ohmios ( $250.000\Omega$ ).
- Comprobación de funcionamiento de la red de control así como del armario central de comunicaciones.

Cuando la comprobación del funcionamiento de la red de control así como del armario central de comunicaciones sea defectuosa la instalación no será admitida.

### 1.5.4 PERÍODO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía contado a partir de la fecha en que se efectúe el Acta de Recepción Provisional, será de un año, durante el cual, será de cuenta y cargo del Contratista todas las reparaciones que sean necesarias así como la corrección de los defectos que en su manejo hubiesen podido observarse y que a juicio del Director de Obra sean imputables a la mala ejecución de las obras o defectos de los materiales empleados.

La Dirección de Obra correrá a cargo del Técnico que subscribe, o de quien la Corporación determine en su momento.



## NORMATIVA ALUMBRADO PÚBLICO

- Decreto de 12 de marzo de 1964 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica de 12/3/64.
- Real Decreto 2642/85 de 18 de diciembre y anexo técnico según Orden 19512 de 11/07/86, sobre Especificaciones Técnicas que deben cumplir columnas y báculos de alumbrado exterior.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Recomendaciones de alumbrado público del M.O.P.T (Ministerio de Obras Públicas y Transportes).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.
- NTE-IEE 1978 “Instalaciones de Electricidad: Alumbrado Exterior” Ministerio de obras públicas y urbanismo.
- Orden Foral 2.897/1985 por la que se determinan las condiciones y documentación necesaria para la redacción de proyectos y ejecución de obras de electrificación, alumbrado público y ahorro energético para las que se soliciten ayudas económicas del Gobierno de Navarra.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
  - ITC-BT 09. Alumbrado exterior.
  - ITC-BT 31. Piscinas y fuentes.
  - ITC-BT 34. Ferias y stands (Navideños).
- Propuesta de modelo de ordenanza municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética (IDAE – 2002, Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía).
- Ley Foral 10/2005 Ordenación del Alumbrado para la protección del medio nocturno.
- Decreto Foral 199/2007 Reglamento de desarrollo de la Ley Foral 10/2005.
- Ordenanza de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente de Alsasua (2007).
- Ordenanza Municipal de alumbrado exterior del Ayuntamiento de Castejón (2008).
- Real Decreto 1890/2008 Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.





### 1.6.1 Propuesta de modelo de ordenanza municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética (IDAE - 2002).

- Basada en las recomendaciones de la CIE (Comisión Internacional de iluminación)
- Distribuida a los Ayuntamientos de más de 3.000 habitantes.
- Financiación IDAE-ICO para remodelar instalaciones existentes.
- Zonificación y limitación de FHS (Flujo hemisférico superior).
- Régimen estacional y horarios de usos:
  - Reductor de flujo y balastos dobles.
  - Reloj astronómico, fotocélula.
- Establece requisitos al material.
- Propone niveles de iluminación para cada zona.
- Establece criterios de mantenimiento y gestión central.
- Verificaciones, inspecciones y régimen sancionador.
- Incluye un análisis de viabilidad técnica y económica.

| Clasificación de la zona | Descripción  |
|--------------------------|--|
| E1                       | Áreas con Entornos Oscuros:<br>Parques Nacionales y áreas residenciales urbanas o industriales (donde las carreteras están iluminadas)                                   |
| E2                       | Áreas de Bajo Brillo: generalmente fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales (donde las carreteras están iluminadas)                                       |
| E3                       | Áreas de Brillo Medio: normalmente residenciales urbanas (donde las carreteras están iluminadas según las normas para calzadas con mucho tráfico).                       |
| E4                       | Áreas de Brillo Alto: genéricamente áreas urbanas que incluyen zonas residenciales y para usos comerciales con una elevada actividad durante la franja horaria nocturna. |

*Clasificación de zonas*

| Clasificación de Zonas | Flujo Hemisférico Superior Instalado (%) |
|------------------------|--|
| E1                     | 0%                                       |
| E2                     | 5%                                       |
| E3                     | 15%                                      |
| E4                     | 25%                                      |

*Valores Límite del Flujo Hemisférico Superior Instalado*



### 1.6.2 Ley Foral 10/2005 Ordenación del Alumbrado para la protección del medio nocturno.

- Basada en recomendaciones del CIE (Comisión Internacional de iluminación) y de IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía).
- Ámbito aplicación: alumbrado EXTERIOR, público o privado, e interior con intrusión.
- Zonificación (a establecer por los Ayuntamientos).
- Prohibidas: las luminarias con FHS (Flujo hemisférico superior) > 20%; láseres; dispositivos aéreos de publicidad; iluminación permanente de pistas de esquí.
- Establece características de los materiales y fotométricas de los pavimentos.
- Se establece un régimen estacional y horario de usos (instalaciones existentes obligado).
- Los Ayuntamientos deben regular un régimen propio para acontecimientos especiales.
- Reducción de flujo a la noche (23:00h).
- Apagado de iluminación de monumentos. Se establecerán líneas de ayudas. Prioridad zonas E1 (áreas incluidas en la red de espacios naturales protegidos o en ámbitos territoriales que hayan de ser objeto de una protección especial, por razón de sus características naturales o de su valor astronómico especial, en las cuales sólo se puede admitir un brillo mínimo).
- Se establece régimen sancionador.
- Se desarrollará un reglamento en 6 meses.
- Adaptación de alumbrados existentes antes del 14 de Febrero de 2014.
- Entrada en vigor LF 14 de Febrero de 2006.

### 1.6.3 Decreto Foral 199/2007 Reglamento de desarrollo de la Ley Foral 10/2005.

- Desarrollo técnico de la DF 10/2005.
- Regulación del FHS en función de la Zonificación:
  - E1: FHS < 1%.
  - E2: FHS < 5%.
  - E3: FHS < 15%.
  - E4: FHS < 20 %.
  - Zonas E1 y E2 especial cuidado con los pavimentos.
- Se establecen niveles lumínicos y de uniformidad para cada tipo de vía/zona.
- Se establecen los casos en que es obligatoria la reducción de flujo (ojo ornamental).
- Requisitos técnicos de las luminarias.
- Requisitos técnicos de las lámparas. Preferentemente se utilizarán lámparas del tipo Vapor de Sodio de Alta Presión, debido a su superior eficacia luminosa (lm/w) y rendimiento cromático.
- Requisitos técnicos de los reductores de flujo en cabecera.
- Ayuntamientos deben regular los horarios especiales.
- Corresponde al Departamento competente en materia de Medio Ambiente el inicio y tramitación del procedimiento sancionador de las infracciones tipificadas como muy graves.



#### 1.6.4 RD 1980/2008 Eficiencia energética en Alumbrado Público.

- Basado en la propuesta de ordenanza del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).
- Ámbito: alumbrado exterior (señales y anuncios), festivos y fuentes con más de 1 kW de potencia instalada.
- Se aplicará a las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones. A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.
- Entrada en vigor: 1 Abril 2009.
- Se exime a instalaciones comenzadas antes y acabas en 1 año.
- Novedad: calificación energética de la instalación con etiquetado de A-G.
- El Reglamento en cuestión establece las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior para mejorar la eficiencia y ahorro energético, disminuyendo el consumo energético y como consecuencia las emisiones de gases de efecto invernadero, así como limitar el resplandor luminoso nocturno y la luz molesta.
- El Reglamento define los siguientes tipos de alumbrado: funcional, ornamental y específico. También define los conceptos de resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta, e impone la obligación de que las instalaciones de alumbrado exterior sean eficientes, estableciendo el cumplimiento de esta condición en función del seguimiento de las ITC (instrucciones técnicas complementarias) que desarrollan al propio Reglamento.

Las instrucciones técnicas complementarias (ITC) asociadas corresponden a los aspectos técnicos y de desarrollo de las previsiones establecidas en el Reglamento. Concretamente se refieren a:

#### ITC-EA-01: Eficiencia energética, requisitos mínimos de la misma y calificación energética de las instalaciones de alumbrado.

$\epsilon_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (lum/W=m2 lux/W);

$f_m$  = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)

$f_u$  = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right) = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left( \frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$$

$$f_m = \text{FDFL} \times \text{FSL} \times \text{FDLU}$$

FDFL= factor depreciación del flujo luminoso de la lámpara

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de a luminaria.



### **ITC-EA-02: Niveles de iluminación en diferentes ámbitos, como el vial, ornamental, señales y anuncios luminosos, festivo, etc.**

- Define clases de vías según la velocidad de circulación y la intensidad media de tráfico diario (IMD) y selecciona las clases de alumbrado.
- Define niveles máximos de iluminación (superables en +20%).
- Define uniformidades mínimas.
- Criterios de luminancia vs iluminancia. Tablas de conversión.
- Limita la potencia máxima instalada por m<sup>2</sup> en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño. Si es inferior a 100 horas anuales no se establece un límite.
- Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminosos nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones con potencia instalada superior a 5kW, salvo por razones de seguridad y en festivos.

### **ITC-EA-03: Resplandor luminoso nocturno y limitación de la luz intrusa o molesta.**

- Limita el FHS (flujo hemisférico superior) según zonificación.
- Limita la luz intrusa.

### **ITC-EA-04: Componentes de las instalaciones (lámparas, luminarias, equipos auxiliares, sistemas de accionamiento y sistemas de regulación).**

- Define materiales:
  - Lámparas: eficacia luminosa mínima.
  - Luminarias: rendimientos y factor de utilización mínimos.
  - Proyectoros. Se emplearán preferentemente del tipo asimétrico. Se define el ángulo de inclinación.
  - Equipos auxiliares: la potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga no superarán unos valores dados.
- Sistemas de accionamiento: deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía. Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, si no podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.
- Regula los accionamientos y ajusta el flujo a la necesidad de utilización (a través de balastos o reguladores).

### **ITC-EA-05: Documentación técnica, verificaciones e inspecciones y puesta en servicio y funcionamiento de las instalaciones.**

**ITC-EA-06: Mantenimiento de las instalaciones, con el establecimiento de un factor de mantenimiento el registro correspondiente.**

| Tipo de lámpara                  | Período de funcionamiento en horas |       |       |        |        |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|-------|--------|--------|
|                                  | 4.00h                              | 6.00h | 8.00h | 10.00h | 12.00h |
| <b>Sodio de alta presión</b>     | 0,98                               | 0,97  | 0,94  | 0,91   | 0,90   |
| <b>Sodio baja presión</b>        | 0,98                               | 0,96  | 0,93  | 0,90   | 0,87   |
| Halogenuros metálicos            | 0,82                               | 0,78  | 0,76  | 0,76   | 0,73   |
| Vapor de mercurio                | 0,87                               | 0,83  | 0,80  | 0,78   | 0,76   |
| Fluorescente tubular Trifósforo  | 0,95                               | 0,94  | 0,93  | 0,92   | 0,91   |
| Fluorescente tubular Halofosfato | 0,82                               | 0,78  | 0,74  | 0,72   | 0,71   |
| Fluorescente compacta            | 0,91                               | 0,88  | 0,86  | 0,85   | 0,84   |

*Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)*

| Tipo de lámpara                  | Período de funcionamiento en horas |       |       |        |        |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|-------|--------|--------|
|                                  | 4.00h                              | 6.00h | 8.00h | 10.00h | 12.00h |
| Sodio de alta presión            | 0,98                               | 0,96  | 0,94  | 0,92   | 0,89   |
| Sodio baja presión               | 0,92                               | 0,86  | 0,80  | 0,74   | 0,62   |
| Halogenuros metálicos            | 0,98                               | 0,97  | 0,94  | 0,92   | 0,88   |
| Vapor de mercurio                | 0,93                               | 0,91  | 0,87  | 0,82   | 0,76   |
| Fluorescente tubular Trifósforo  | 0,99                               | 0,99  | 0,99  | 0,98   | 0,96   |
| Fluorescente tubular Halofosfato | 0,99                               | 0,98  | 0,93  | 0,86   | 0,70   |
| Fluorescente compacta            | 0,98                               | 0,94  | 0,90  | 0,78   | 0,50   |

*Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)*

| Grado protección sistema óptico | Grado de contaminación | Intervalo de limpieza en años |      |        |      |        |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|------|--------|------|--------|
|                                 |                        | 1 año                         | 1,5  | 2 años | 2,5  | 3 años |
| IP 2X                           | Alto                   | 0,53                          | 0,48 | 0,45   | 0,43 | 0,42   |
|                                 | Medio                  | 0,62                          | 0,58 | 0,56   | 0,54 | 0,53   |
|                                 | Bajo                   | 0,82                          | 0,80 | 0,79   | 0,78 | 0,78   |
| IP 5X                           | Alto                   | 0,89                          | 0,87 | 0,84   | 0,80 | 0,76   |
|                                 | Medio                  | 0,90                          | 0,88 | 0,86   | 0,84 | 0,82   |
|                                 | Bajo                   | 0,92                          | 0,91 | 0,90   | 0,89 | 0,88   |
| IP 6X                           | Alto                   | 0,91                          | 0,90 | 0,88   | 0,85 | 0,83   |
|                                 | Medio                  | 0,92                          | 0,91 | 0,89   | 0,88 | 0,87   |
|                                 | Bajo                   | 0,93                          | 0,92 | 0,91   | 0,90 | 0,90   |

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000h funcionamiento

*Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)*

**ITC-EA-07: Mediciones, ensayos y comprobaciones antes de realizar las medidas.**



## ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1.7 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

#### 1.7.1 Objeto.

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por lo que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de construcción.

#### 1.7.2 Disposiciones legales de aplicación.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Orden de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 423/1971 de 11 de marzo, por el que se regulan la constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 3565/1972 de 23 de Diciembre, por el que se establecen las Normas Tecnológicas de Edificación.
- Decreto 2513/1973 de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Resolución de 30 de abril de 1974, de la Dirección General de Energía, por la que se regula lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en relación con la medida de aislamiento de las instalaciones eléctricas.
- Orden del 17 de mayo de 1974, por la que se regula la homologación de medios de protección personal de los trabajadores.
- Orden del 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para obras.
- Orden de 28 de agosto de 1979, por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Resolución de 30 de abril de 1984 sobre verificación de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en servicio.
- Real Decreto de 2291/1985 de 8 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y manutención de los mismos.



- Orden de 19 de diciembre de 1985 por el que se aprueba la Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM-1 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos.
- Real Decreto 1495/1986 por la que se establece el modelo de Libro de incidencias, correspondiente a las obras en que sea obligatorio el Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Ley 8 de Noviembre de 1995 N° 31/1995 Seguridad e Higiene en el Trabajo. Prevención de riesgos laborales (B.O.E. n° 268 y 269 del 9 y 10 de Noviembre de 1995).
- Real Decreto 39/1997 del 17 de Enero, por el que se aprueba al Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. n° 27 del 31 de Enero de 1997).
- Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997 de 14 de marzo).
- Real Decreto sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/1997 de 30 de Mayo).
- Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción (B.O.E. n° 256 del 25 de Octubre de 1997).
- Cualquier otra disposición oficial relativa a Seguridad e Higiene en el Trabajo que puedan afectar al tipo de trabajo que se efectúe.
- Orden de 6 de octubre de 1986 por la que se determinan los requisitos de datos que deben reunir las comunicaciones de apertura de los centros de trabajo.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Homologación de prendas de protección personal del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-1. Cascos de seguridad no metálicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-2. Protectores auditivos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-5. Calzado de seguridad.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-13,21 y 22. Cinturones de seguridad.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-26. Aislamiento de seguridad de herramientas manuales.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-27. Botas impermeables.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.-28. Dispositivos anticaída.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 28-11-68).
- Reglamento de Líneas Áreas de alta Tensión (O.M. 28-11-68).
- Normas para señalización de obras en las carreteras (O.M. 28-11-68) (B.O.E. 16-3-71).





## 1.7.3 Características de la obra.

### 1.7.3.1 Descripción de la obra y situación.

Las obras tienen por objeto la instalación de un sistema de telegestión en el alumbrado público del sector Entremutilvas, Valle de Aranguren.

Además, se instalarán otros sistemas de gestión y control inteligente para el sistema de riego y el funcionamiento de los semáforos.

Se trata de una zona nueva en fase de construcción así que la instalación de los sistemas se llevará a cabo conjuntamente con la fase de urbanización del sector, con lo cual no se requiere de una obra adicional.

Para ello, se utiliza el sistema LonWorks, que aporta múltiples ventajas. Se consigue un ahorro energético, se trata de un sistema robusto y seguro con una fácil gestión y mantenimiento y se puede ampliar fácilmente para otras aplicaciones futuras.

En la obra no parece en principio que sea de prever riesgos excepcionales y por tanto la seguridad se puede solucionar con procedimientos normales.

### 1.7.3.2 Plazo de ejecución.

Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución previsto es de DIECIOCHO (18) MESES.

La obra se realizará en dos fases.

El plazo de ejecución de la 1ª Fase será de 12 meses, o el señalado en su oferta por el adjudicatario si fuera menor.

La 2ª Fase, que consistirá en las obras de acabados de calles (capas de rodadura), pavimentaciones de aceras incluidos pasos sobreelevados, parte de la jardinería y mobiliario urbano y se realizará en el plazo de seis meses, a partir de dos años de concluir la 1ª Fase.

La sanción por demora en el cumplimiento del plazo total de ejecución de los trabajos será de 300 euros por día natural de retraso.

Cuando las penalidades por demora alcancen el 20 por 100 del importe del contrato, el órgano de contratación está facultado para proceder a la resolución del mismo o acordar la continuidad de su ejecución con imposición de nuevas penalidades.



### 1.7.3.3 Interferencias y servicios afectados.

No hay servicios afectados puesto que se trata de una zona nueva en fase de construcción.

### 1.7.3.4 Unidades constructivas que componen la obra:

En la red de control:

- Instalación de sensores en la red de control, próximas al armario central.
- Instalación de los filtros y nodos inteligentes en la base de la luminaria.
- Realización de empalmes eléctricos para conexión de elementos a la red eléctrica.
- Instalación de balastos electrónicos en la parte superior de las luminarias.
- Colocación de los controladores i.LON SmartServer y Router/Módem Wifi en el armario central de comunicaciones.
- Puesta a punto de la instalación:
  - Conectar todos los nodos de control.
  - Programar las variables de red.
  - Realizar la Aplicación Web.
  - Instalación y configuración de los elementos del centro de telegestión: ordenadores y Módem ADSL.

Otras:

- Movimientos de tierras (Excavación en zanjas).
- Obras de desagüe (Pozos y Arquetas).
- Afirmado y pavimentación.

### 1.7.4 Centros de salud más cercanos.

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

Los centros hospitalarios más próximos son el Hospital de Navarra, el Hospital Virgen del Camino, Clínica Universitaria y otros de carácter privado como el Hospital de San Juan de Dios y la Clínica San Miguel.

Los centros de salud del Servicio Navarro de Salud más cercanos son el centro de Mutilva Baja y el centro de salud de Mendillorri y los centros hospitalarios más próximos son las clínicas privadas Hospital San Juan de Dios y Clínica San Miguel y el Hospital de Navarra y el Hospital Virgen del Camino.



## 1.7.5 RIESGOS.

### 1.7.5.1 Riesgos profesionales.

En movimiento de tierra y excavaciones:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel.
- Desprendimientos.
- Polvo.
- Ruido.
- Empleo de explosivos.

En obras de desagüe y accesorios:

- Problemas en excavación de cimientos.
- Caídas a distintos nivel.
- Caídas de objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales.
- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Heridas por máquinas cortadas.
- Empleo de sistemas de elevación de materiales.
- Atrapamiento.
- Colisiones.
- Cortes y golpes.

En afirmado y pavimentación:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales.
- Quemaduras por utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras.
- Polvo.
- Ruido.

En la instalación de los controladores y MODEM /Router Wifi en el armario central de comunicaciones:

- Cortes con máquinas, herramientas y materiales, en la realización de empalmes de conexiones a la red.
- Vibraciones.
- Ruidos.
- Interferencia con red eléctrica y/o red de control.
- Interferencia con redes eléctricas de cuadro de mando.



- Interferencia con redes de telecomunicaciones y servicios digitales.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Heridas por objetos punzantes (tijeras- empalmes).
- Golpes contra objetos.

En la conexión de los elementos a la red de control.

- Contacto eléctrico directo o indirecto como consecuencia del mal estado de la instalación o de la máquina.
- Caídas de personal al mismo nivel por desorden en las mangueras de alimentación.
- Proyecciones de partículas en las herramientas de mecanizado con, arranque de material o con herramienta de golpeo.
- Cortes y atrapamientos, por mala utilización o anulación de las protecciones o guardas.
- Exposición al ruido.

En la comprobación de funcionamiento y utilización provisional de la obra:

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Arco eléctrico.
- Incendios.

### 1.7.5.2 Riesgos de daños a terceros.

También existirán los riesgos derivados de la circulación de personas ajenas a la obra como colindantes, regantes etc.

#### 1.7.5.2.1 Riesgo para peatones.

- Caída de objetos desde lo alto.
  - Caída al mismo nivel, por obstáculos en la vía pública.
  - Atropello por maquinaria o vehículo elevador.
  - Atrapamientos.
- Electrocuciones por tendido eléctrico de obra, línea en proceso de la instalación de elementos, etc.

#### 1.7.5.2.2 Riesgo para vehículos.

- Caída de objetos desde lo alto.
- Colisiones con maquinaria o vehículos de la obra.
- Choque con materiales, objetos, productos de la instalación.



## 1.7.6 Prevención de riesgos profesionales.

### 1.7.6.1 Medios preventivos colectivos.

Delimitación, señalización de las zonas de instalación.

Disponer de los medios adecuados para la detección de atmósferas explosivas/o bajas en O<sub>2</sub>.

Disponer de los medios adecuados para la localización de cables subterráneos de la red de control y demás sistemas de distribución. El contratista solicitará la información oportuna a la Compañía suministradora de la presencia de cables, atendiendo en todo caso a las instrucciones de la misma en cuanto a la ejecución de la obra en proximidad de los mismos.

Disponer de los manuales de instalación de los elementos a instalar, para evitar accidentes, por malas conexiones y cortocircuitos.

### 1.7.6.2 Actuaciones preventivas.

Los materiales y elementos a instalar en la obra se mantendrán ordenados, estables y fuera de las zonas de paso de personas a fin de evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

Los restos de materiales generados en el desarrollo del trabajo serán retirados periódicamente, manteniendo en buen estado de orden y limpieza las zonas de trabajo y las vías de tránsito personal.

Se dispondrá en el lugar de trabajo de extintores contra incendios, debiéndose encontrar los mismos señalizados y en lugares adecuados para su pronta utilización en caso de necesidad por cortocircuitos u otros fenómenos.

Si se utilizan productos tóxicos y peligrosos, caso de rotulación de elementos o similar, éstos se manipularán según lo establecido en las condiciones específicas de cada producto.

Se respetará la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para la circulación de vehículos en obra. Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.

Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

La maquinaria y materiales de comprobación de la instalación sólo será utilizada por personal cualificado.

Se extenderá el uso de maquinaria, útiles y herramientas para los trabajos que comporten un mayor grado de esfuerzo físico.

En el uso de herramientas portátiles:



- Las herramientas eléctricas serán preferiblemente de doble aislamiento eléctrico. Las herramientas con elementos metálicos accesibles irán provistas de dispositivo de puesta a tierra, que conectará antes de su utilización.
- La tensión eléctrica de alimentación no podrá exceder los 250V y deberán ir asociadas a un sistema de protección contra contactos indirectos de alta sensibilidad (30mA).
- Si fuera necesario del manejo de taladradoras o cualquier otra máquina similar que produzca desprendimiento de partículas, se usarán obligatoriamente gafas contra impactos o pantallas protectoras.
- Los cables de alimentación de la red de control tendrán un grado de protección mínimo de IP-54, sin presentar abrasiones, aplastamientos, pinchazos, cortes o cualquier otro desperfecto.
- Para la conexión de elementos debe de trabajarse sin corriente alguna para evitar electrocuciones.
- Los empalmes en las líneas de la red de control se realizarán siguiendo el Reglamento de Baja Tensión, teniendo las precauciones oportunas y trabajando sin corriente alguna.
- En la instalación de la red de control y armario central de comunicaciones:  
La instalación estará ajustada a la norma del estándar LonWorks ANSI/EIA 709.2. Cumplirá el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.  
Los cables de alimentación y de los circuitos (medios de transmisión) serán adecuados a las cargas que van a soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas.  
Las tomas de tierra en los circuitos de la red de control han de tener continuidad.  
Todos los elementos instalados se conectarán tanto a la red de control como en su efecto a tomas de tierra fijas.  
Todos los circuitos de la red de control LonWorks estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y diferenciales de alta sensibilidad, en perfecto estado de funcionamiento.

En el armario central de comunicaciones cumplirá como mínimo con los siguientes requisitos:

- Dispone de un interruptor general de corte omnipolar, accesible desde el interior.
- Dispone de interruptores diferenciales.
- Existen tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se dispongan en el mismo.
- Como la carcasa es metálica, se dispone de puesta a tierra adecuada en su lugar de ubicación.
- Se dispone de tomas de corriente a 24 o 48V.

En los trabajos con proximidad a la red de control y/o circuitos del armario central de comunicación, así como elementos instalados: se consultará previamente la documentación y posteriormente se determinará la situación exacta de la canalización eléctrica y el Director de Obra determinará si es necesario solicitar a la compañía eléctrica suministradora de la energía, el descargo de la línea que por su proximidad suponga un riesgo grave de accidente.



### 1.7.6.3 Protecciones individuales.

El operario es el responsable del mantenimiento de los equipos de protección individual y de la comprobación de su estado antes de su utilización.

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra incluidos visitantes.
- Guantes de uso comercial.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dieléctricas.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según convenio Colectivo Provincial.
- Trajes de agua.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascaras antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas para soldador.
- Manguitos para soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón antivibratorio.
- Chalecos reflectantes.

### 1.7.6.4 Protecciones colectivas.

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Señalización.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Válvulas antirretroceso.
- Señales de riegos.
- Plataformas de trabajo en construcción de estructuras.
- Escaleras de acceso a plataforma.





### 1.7.6.5 Formación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos dispongan de algún socorrista.

### 1.7.6.6 Medida preventiva y primeros auxilios.

#### Botiquines.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

#### Asistencia de accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales; Mutualidades Laborables; Ambulatorio, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencia, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

#### Reconocimiento Médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

### 1.7.6.7 Instalaciones de salud y bienestar.

- Se dispondrá de vestuarios, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados.
- El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.



- El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.
- Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

#### **1.7.6.8 Servicios de prevención.**

##### **1.7.6.8.1 Servicios Técnicos de Seguridad y Salud.**

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad y salud.

#### **1.7.7 Prevención de riesgos de daños a terceros y protección.**

Se realizará, de acuerdo con la normativa vigente, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

##### **1.7.7.1 Organización Preventiva.**

El contratista será plenamente responsable, de que se cumplan las normas de seguridad y salud vigentes en este tipo de trabajos.

Asumirá la responsabilidad y consecuencias de carácter civil o penal que pudieran originarse por accidentes de trabajo o daños a terceros.

#### **1.7.8 Pliego de condiciones.**

##### **1.7.8.1 Obligaciones del contratista.**

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al contratista de las responsabilidades.

El Contratista deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.



### 1.7.8.2 Coordinador en materia de seguridad y salud.

Se nombrará un vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de seguridad y salud en el trabajo.

Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades en que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

### 1.7.8.3 Condiciones de los medios de protección.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil desechándose a su término.

Cuando las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá esta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, por ejemplo, por un accidente, será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancias que las admitidas por el fabricante serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en si mismo.



### 1.7.8.3.1 Protecciones personales.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado. En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### 1.7.8.3.2 Protecciones colectivas.

- Vallas autónomas de limitación y protección.  
Tendrán como mínimo 90 cm. de altura construidas a base de tubos metálicos.  
Dispondrá de patas para mantener la verticalidad.
- Topes de desplazamiento de vehículos.  
Se podrá realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Redes.  
Será de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Elementos de sujeción de cinturón de seguridad, su anclaje, soportes y anclajes de redes.  
Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Escaleras y plataforma.  
Será de estructura metálica o tubular, con peldaños de madera de 12 cm. de espesor.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra.  
La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.  
Se medirá su resistencia periódica y, al menos, en la época más seca del año.
- Extintores.  
Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Medios auxiliares de topografía.  
Las cintas, jalones, minas, etc. serán dieléctricas, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.



### 1.7.9 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas que intervienen en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

### 1.7.10 Obligaciones del contratista.

El contratista y subcontratista (si los hubiera) estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
  - o El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - o Tener en cuenta las condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - o La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - o El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir lo defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - o La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - o El almacenamiento y evacuación de residuos y elementos a sustituir.
  - o La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - o La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - o La cooperación entre todos los que intervienen en la obra.
  - o Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en El Plan de Seguridad y Salud.



- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección de Obra y el Contratista no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratista si los hubiera.

### 1.7.11 Obligaciones de los trabajadores autónomos (si los hubiera).

Los trabajadores autónomos, si los hubiera, quedan obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - o El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - o El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - o La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - o La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - o La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - o Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.



- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

Los trabajadores autónomos deben cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

### 1.7.12 Libro de incidencias.

En las instalaciones de las obras existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### 1.7.13 Paralización de los trabajos.

Cuando el coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de la medida de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.





Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

#### **1.7.14 Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras.**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV de Real Decreto 1.627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Pamplona, Junio del 2012  
El autor del proyecto

Marta Conte Sorribas  
Ingeniero de Telecomunicación



## 1.8 BIBLIOGRAFÍA.

### Componentes.

<http://www.streetlightmonitoring.com/slvwebsite/index.php/slvhomepage>

<http://www.streetlightmonitoring.com/slvwebsite/index.php/slvsolution> (Streetlight.Vision solution)

<http://www.arelsa.com/>

<http://www.masespacio.eu/>

<http://www.afeisa.es/>

<http://www.lighting.philips.es/> (Balastos electrónicos)

[http://www.ecat.lighting.philips.com/l/dynavision-dali-xtreme-for-son/lp\\_cf\\_ddvdxson\\_eu\\_fa\\_es\\_lp\\_prof\\_atg/cat/es/](http://www.ecat.lighting.philips.com/l/dynavision-dali-xtreme-for-son/lp_cf_ddvdxson_eu_fa_es_lp_prof_atg/cat/es/)

<http://www.ecat.lighting.philips.com/l/es/>

<http://www.apein-lumtec.com/>

<http://www.multilamp.es/> (Nodo inteligente)

<http://www.multilamp.es/iluminacion/controladores-de-luminaria/slam-dali-1-puerto/302-2.html>

<http://www.isde-ing.com/> (Sensor de luminosidad, sensor de lluvia y nodo de control E/S)

<http://www.echelon.com/products/cis/smartserver/> (i.LON Smart Server)

[http://www.echelon.com/products/cis/presentations/iLON\\_SmartServer\\_2\\_0\\_Overview.pdf](http://www.echelon.com/products/cis/presentations/iLON_SmartServer_2_0_Overview.pdf)

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps6202/index.html> (Módem/Router Wifi)

[http://www.ciao.es/Informaciondelproducto/Cisco\\_877W\\_Integrated\\_Services\\_Router\\_\\_625310](http://www.ciao.es/Informaciondelproducto/Cisco_877W_Integrated_Services_Router__625310)

[http://www.sysmik.de/indexTable.php?t=tableProducts&b=varsStdRtr&s=0,4,2&f=\\*&l=en](http://www.sysmik.de/indexTable.php?t=tableProducts&b=varsStdRtr&s=0,4,2&f=*&l=en) (Nodo router/repetidor)

[http://www.apc.com/resource/include/techspec\\_index.cfm?base\\_sku=bk500ei](http://www.apc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=bk500ei) (SAI)

### Normativa Alumbrado público.

<http://www.idaes.es>

<http://www.idae.es/index.php/mod.publicaciones/mem.detalle/id.237>

<http://www.navarra.es>

<http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=4459>

<http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=6042>

[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/rd1890-2008.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1890-2008.html)

[www.ffii.es/puntoinfomcyt/Formulario-LSeg01.asp](http://www.ffii.es/puntoinfomcyt/Formulario-LSeg01.asp)

### Estudio básico de seguridad y salud.

[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Laboral/rd1627-1997.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/rd1627-1997.html)

[http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-1997-22614](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1997-22614)



## PLANOS




## PLANOS

## Número de Plano

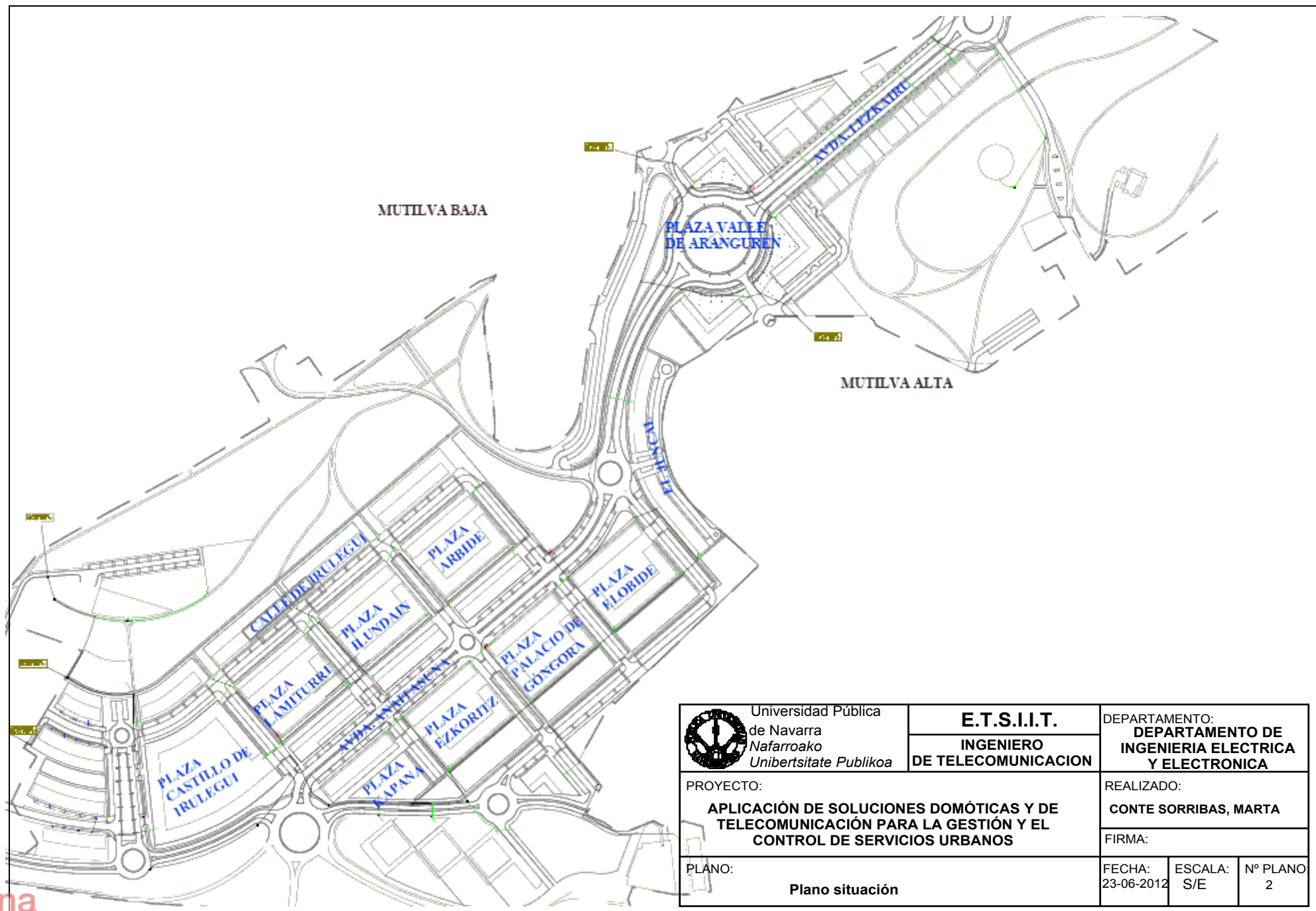
|   |   |
|---|---|
| Emplazamiento Sector Entremutilvas.....   | 1 |
| Plano de situación.....   | 2 |
| Red de distribución de luminarias a instalar.....                                       | 3 |
| Red de distribución de luminarias a instalar.....                                       | 4 |
| Plano conexión elementos de la red de control: nodo inteligente y balasto o driver..... | 5 |
| Plano conexión elementos de la red de control: nodo inteligente y balasto o driver..... | 6 |


## Emplazamiento Sector Entremutilvas (Valle de Aranguren).



|   |  |  |
|---|--|--|
|  Universidad Pública<br>de Navarra<br>Nafarroako<br>Unibertsitate Publikoa | <b>E.T.S.I.I.T.</b><br><b>INGENIERO</b><br><b>DE TELECOMUNICACION</b>  | DEPARTAMENTO:<br><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b> |
|   | PROYECTO:<br><b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN PARA LA GESTIÓN Y EL CONTROL DE SERVICIOS URBANOS</b> | REALIZADO:<br><b>CONTE SORRIBAS, MARTA</b>                                 |
| PLANO:<br><b>Emplazamiento</b>  | FIRMA:   | FECHA:<br>23-06-2012   |
|   | ESCALA:<br>S/E   | Nº PLANO:<br>1   |





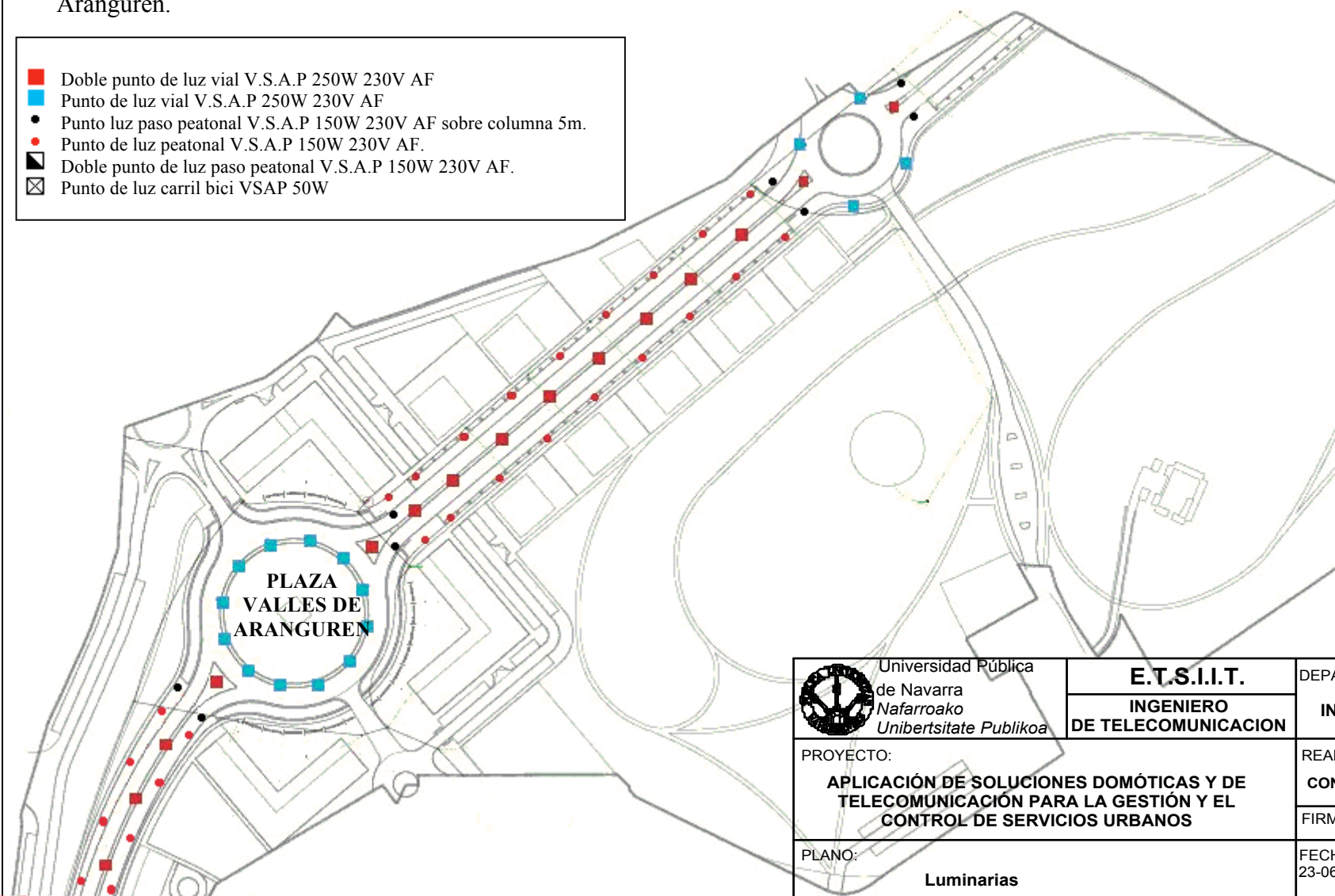
|   |  |  |                |               |
|---|--|--|----------------|---------------|
|  <div>Universidad Pública<br/>de Navarra<br/>Nafarroako<br/>Unibertsitate Publikoa</div> | <b>E.T.S.I.I.T.</b>                      | DEPARTAMENTO:<br><b>DEPARTAMENTO DE<br/>INGENIERIA ELECTRICA<br/>Y ELECTRONICA</b> |                |               |
|   | <b>INGENIERO<br/>DE TELECOMUNICACION</b> |  |                |               |
| PROYECTO:<br><br><b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE<br/>TELECOMUNICACIÓN PARA LA GESTIÓN Y EL<br/>CONTROL DE SERVICIOS URBANOS</b>                                    |  | REALIZADO:<br><br><b>CONTE SORRIBAS, MARTA</b>                                     |                |               |
|   |  | FIRMA:   |                |               |
| PLANO:<br><br><b>Plano situación</b>  |  | FECHA:<br>23-06-2012   | ESCALA:<br>S/E | Nº PLANO<br>2 |


## Red de distribución de luminarias a instalar.

Desde avenida de Juan Pablo II hasta Plaza de Valles de Aranguren.

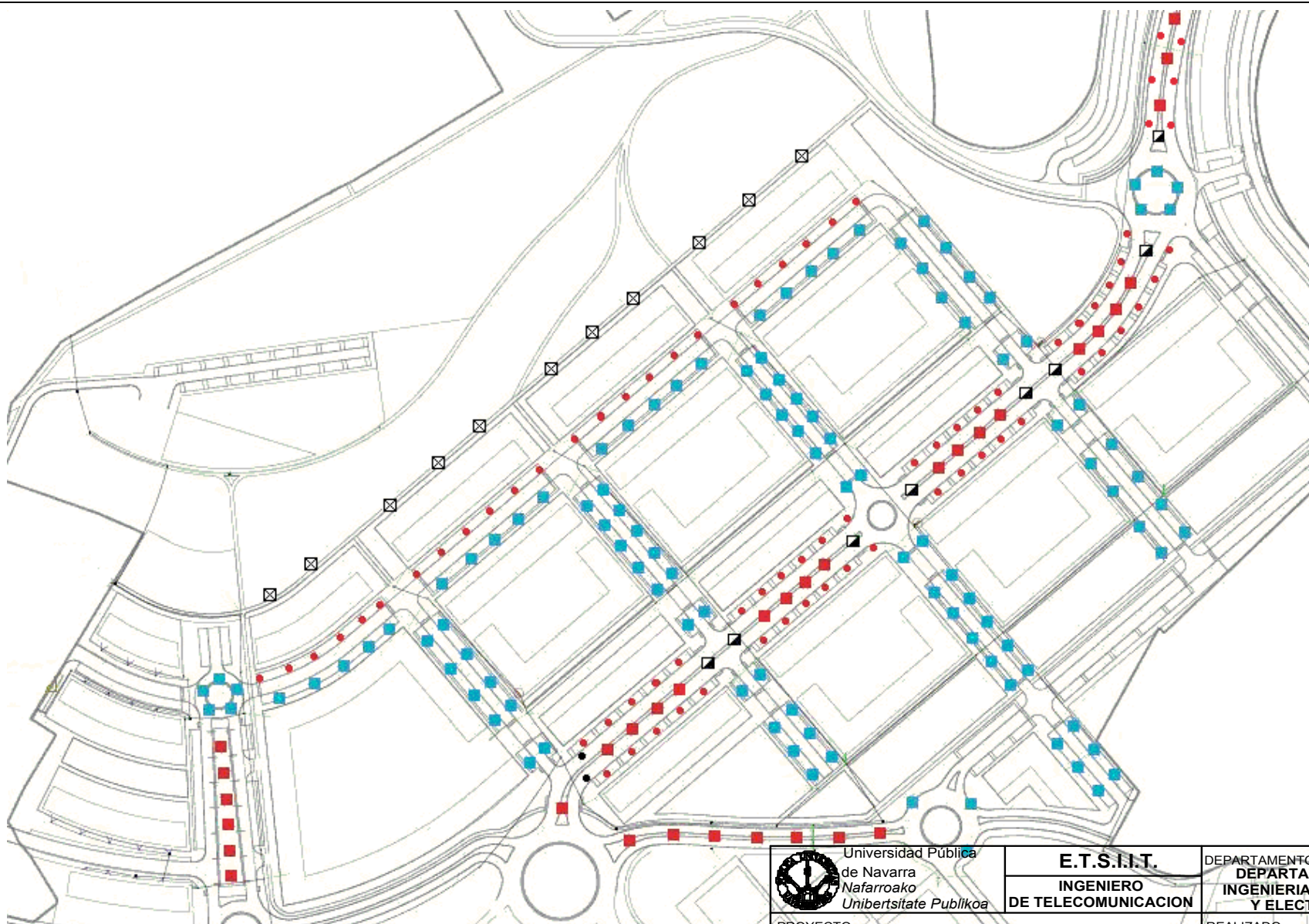
AVDA. DE  
JUAN PABLO II

- Doble punto de luz vial V.S.A.P 250W 230V AF
- Punto de luz vial V.S.A.P 250W 230V AF
- Punto luz paso peatonal V.S.A.P 150W 230V AF sobre columna 5m.
- Punto de luz peatonal V.S.A.P 150W 230V AF.
- Doble punto de luz paso peatonal V.S.A.P 150W 230V AF.
- ⊠ Punto de luz carril bici VSAP 50W



|  |                                  |  |                |               |
|--|----------------------------------|--|----------------|---------------|
|  <div>Universidad Pública<br/>de Navarra<br/><i>Nafarroako<br/>Unibertsitate Publikoa</i></div> | E.T.S.I.I.T.                     | DEPARTAMENTO:<br><b>DEPARTAMENTO DE<br/>INGENIERIA ELECTRICA<br/>Y ELECTRONICA</b> |                |               |
|  | INGENIERO<br>DE TELECOMUNICACION |  |                |               |
| PROYECTO:<br><b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE<br/>TELECOMUNICACIÓN PARA LA GESTIÓN Y EL<br/>CONTROL DE SERVICIOS URBANOS</b>   |                                  | REALIZADO:<br><b>CONTE SORRIBAS, MARTA</b>   |                |               |
|  |                                  | FIRMA:   |                |               |
| PLANO:<br><b>Luminarias</b>  |                                  | FECHA:<br>23-06-2012   | ESCALA:<br>S/E | Nº PLANO<br>3 |





Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO**  
**DE TELECOMUNICACION**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE**  
**INGENIERIA ELECTRICA**  
**Y ELECTRONICA**

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE**  
**TELECOMUNICACIONES PARA LA GESTIÓN Y EL**  
**CONTROL DE SERVICIOS URBANOS**

REALIZADO:

**CONTE SORRIBAS, MARTA**

FIRMA:

PLANO:

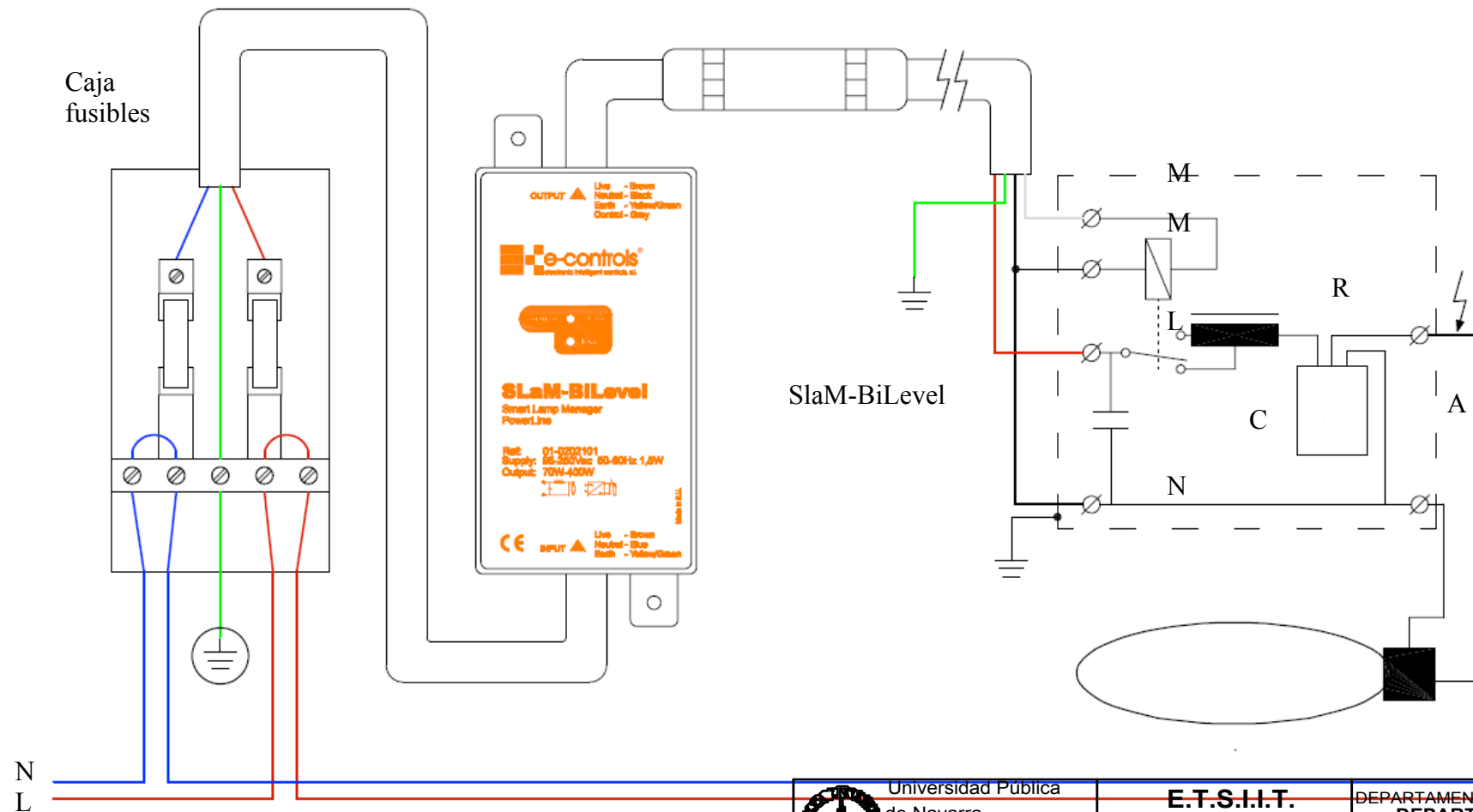
**Luminarias**

FECHA:  
23-06-2012

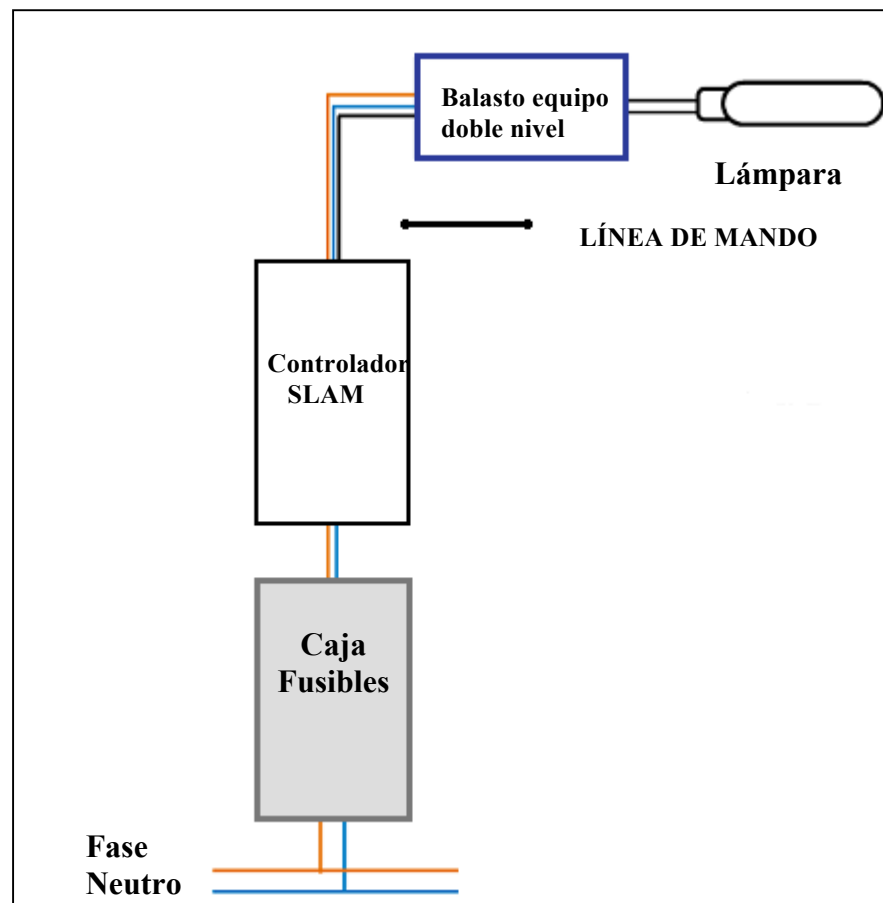
ESCALA:  
S/E

Nº PLANO  
4

# Conector cable Aéreo 5 polos



|  |   |                                      |  |  |                |
|--|---|--------------------------------------|--|--|----------------|
|   | Universidad Pública<br>de Navarra<br>Nafarroako<br>Unibertsitate Publikoa | <b>E.T.S.I.I.T.</b>                  |  | DEPARTAMENTO:<br><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b> |                |
|  |   | <b>INGENIERO DE TELECOMUNICACION</b> |  |  |                |
| PROYECTO:<br><br><b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN PARA LA GESTIÓN Y EL CONTROL DE SERVICIOS URBANOS</b> |   |                                      |  | REALIZADO:<br><br><b>CONTE SORRIBAS, MARTA</b>                             |                |
|  |   |                                      |  | FIRMA:   |                |
| PLANO:<br><br><b>Conexión elementos</b>  |   |                                      |  | FECHA:<br>23-06-2012   | ESCALA:<br>S/E |
|  |   |                                      |  |  | Nº PLANO<br>5  |




El dispositivo SlaM-BiLevel se instala a la salida de la caja de fusibles, según el esquema indicado anteriormente.

El equipo incluye un cable de salida adicional que se utiliza para proporcionar la señal de mando al equipo de doble nivel.

Es imprescindible tomar las precauciones necesarias para conectar el equipo en la posición correcta, conectando el cable de entrada al equipo en los terminales de salida de la caja de fusibles y el cable de salida del equipo al cable que alimenta la luminaria.

Se recomienda utilizar el conector de 5 terminales ref. 10-0000602 para la conexión del cable de salida del SlaM-BiLevel a la luminaria.

|   |  |             |  |                   |  |
|---|--|-------------|--|-------------------|--|
|  Universidad Pública<br>de Navarra<br>Nafarroako<br>Unibertsitate Publikoa | <b>E.T.S.I.I.T.</b><br>INGENIERO<br>DE TELECOMUNICACION  |             | DEPARTAMENTO:<br><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b> |                   |  |
|   | PROYECTO:<br><b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN PARA LA GESTIÓN Y EL CONTROL DE SERVICIOS URBANOS</b> |             | REALIZADO:<br><b>CONTE SORRIBAS, MARTA</b>                                 |                   |  |
| PLANO:<br><b>Conexión elementos</b>   |  | FIRMA:      |  | FECHA: 23-06-2012 |  |
|   |  | ESCALA: S/E |  | Nº PLANO: 6       |  |



## PRESUPUESTO

### ÍNDICE.

|  |     |
|--|-----|
| 1.9 PRESUPUESTO .....                  | 178 |
| Red de control LonWorks .....          | 179 |
| Armario central de comunicaciones..... | 181 |
| Centro de Telegestión .....            | 182 |
| 1.10 Resumen del presupuesto.....      | 183 |



## 1.9 PRESUPUESTO.

### Capítulo 1. Red de Control LonWorks.

#### Subcapítulo 1.1 Elementos a instalar en la Red de Control

| Código          | Cantidad Ud. | Descripción   | Precio  | Importe (euros) |
|-----------------|--------------|---|---------|-----------------|
| <b>01.01-B</b>  |              | <b>Ud. BALASTOS ELECTRÓNICOS.</b><br>Ud. De suministro de balastos electrónicos. Se necesitan 1 por cada luminaria, con un total de 299. Se utilizarán de tres tipos: balastos electrónicos para lámparas de 50W, de 150W y para lámparas de 250W. Para su conexión con la red de control se necesitan empalmes y regletas y para su montaje e instalación se requiere de un vehículo elevador puesto que se coloca en la parte superior de la luminaria. |         |                 |
| <b>01.01.01</b> | 92 Ud.       | Balastos electrónicos para lámpara de Vapor de sodio alta presión de doble nivel de potencia, de ECOLUM: EC4 150D.  | 80€     | 7.360€          |
| <b>01.01.02</b> | 196 Ud.      | Balastos electrónicos para lámpara de Vapor de sodio alta presión de doble nivel de potencia, de ECOLUM: EC4 250D.  | 84€     | 16.464€         |
| <b>01.01.03</b> | 11 Ud.       | Balastos electrónicos para lámpara de Vapor de sodio alta presión de doble nivel de potencia, de ECOLUM: EC4 50D.   | 70€     | 770€            |
| <b>01.01-NI</b> |              | <b>Ud. NODOS INTELIGENTES.</b><br>Ud. De suministro de nodos inteligentes. Se necesitan 1 por cada luminaria, con un total de 299. Para su conexión con la red de control se necesitan empalmes y regletas y se colocan en la base de la columna de la luminaria.   |         |                 |
| <b>01.01.03</b> | 299 Ud.      | Control de luminaria Slam BiLevel, de e-Controls: 01-0202101.   | 157,34€ | 47.044,66€      |
| <b>01.01-NL</b> |              | <b>NODO DE LUMINOSIDAD.</b><br>Ud. De suministro de nodo sensor de luminosidad. Se necesita 1 para todo el sistema de alumbrado. Se instalará cerca del armario central de comunicaciones. Se conectará a uno de los Controladores i.Lon Smart Server como se detalla en el Pliego de Condiciones.  |         |                 |
| <b>01.01.04</b> | 1 Ud.        | Nodo medidor de luz exterior, de ISDE: CNM-040R/V3.   | 167,03€ | 167,03€         |



**01.01- STT**

**NODO SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.**

Ud. De suministro de nodo sensor de temperatura y humedad. Se necesita 1 para todo el sistema de alumbrado. Se instalará cerca del armario central de comunicaciones. Se conectará a uno de los Controladores i.Lon Smart Server como se detalla en el Pliego de Condiciones.

|                 |       |   |         |         |
|-----------------|-------|---|---------|---------|
| <b>01.01.05</b> | 1 Ud. | Nodo sensor de temperatura y humedad, de ISDE: ISTH-100F. | 344,32€ | 344,32€ |
|-----------------|-------|---|---------|---------|

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Subcapítulo 1.1 Elementos a instalar en la Red de Control</b> | <b>72.150,01€</b> |
|--|-------------------|

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Subcapítulo 1.2 Conexión e instalación de los elementos a la Red de Control</b> | <b>7.215€</b> |
|--|---------------|

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Total capítulo 1. Red de Control LonWorks</b> | <b>79.365,011€</b> |
|--|--------------------|



## Capítulo 2. Armario Central de Comunicaciones

### Subcapítulo 2.1 Elementos a instalar en el Armario Central de Comunicaciones

| Código           | Cantidad Ud. | Descripción   | Precio  | Importe (euros) |
|------------------|--------------|---|---------|-----------------|
| <b>02.01-C</b>   |              | <b>Controlador de segmento.</b><br>Ud. Suministro en armario central de controlador de Segmento i.LON Smart Werver 2.0. Se necesitarán 2 controladores. El ayuntamiento deberá contratar una línea ADSL para que llegue la conexión a Internet en el armario central de comunicaciones.   |         |                 |
| 02.01.01         | 2Ud.         | Controlador i.LON SmartServer 2.0, de Echelon: 72101R-430.  | 695€    | 1.390€          |
| <b>02.01-RF</b>  |              | <b>Módem/Router WIFI.</b><br>Ud. Suministro de Módem/Router WIFI. Se necesitará 1 Módem/Router WIFI. El ayuntamiento deberá contratar una línea ADSL para que llegue la conexión a Internet en el armario central de comunicaciones.  |         |                 |
| 02.01.02         | 1Ud.         | Módem/Router Wifi Cisco 877W.   | 448,28€ | 448,28€         |
| <b>02.01-RR</b>  |              | <b>Router repetidor para sensores.</b><br>Ud. Suministro en el armario central de comunicaciones de Nodo/Router repetidor de FTT-10 a PL-20. Se necesitará 1 Router repetidor. A este elemento se conectarán el nodo sensor de luminosidad directamente y el nodo sensor de temperatura y humedad a través del Nodo de control de E/S. La salida se conectará a uno de los controladores i.LON SmartServer 2.0. |         |                 |
| 02.01.03         | 1Ud.         | Router repetidor de FTT-10 a PL-20, de SysMik: RTRS-TP/FT-PL20.   | 641,37€ | 641,37€         |
| <b>02.01-E/S</b> |              | <b>Nodo de control E/S.</b><br>Ud. Suministro de Nodo control E/S. Se necesitará 1 Nodo de control E/S. Este elemento se conectará con el sensor de temperatura y humedad mediante FTT-10 a través de una de sus entradas y con el Nodo Router Repetidor a través de una de sus salidas.  |         |                 |
| 02.01.04         | 1Ud.         | Nodo de control estándar 6E/4S, de ISDE: INS-451-F/V3.  | 273,34€ | 273,34€         |

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Subcapítulo 2.1 Elementos a instalar en el armario central de comunicaciones</b> | <b>2.752,99€</b> |
|---|------------------|

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Subcapítulo 2.2 Conexión e instalación de los elementos en el armario central de comunicaciones</b> | <b>275,3€</b> |
|--|---------------|

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>Total capítulo 2. Armario Central de Comunicaciones</b> | <b>3.028,29€</b> |
|--|------------------|





### Capítulo 3. Centro de interpretación o telegestión

#### Subcapítulo 3.1 Elementos a instalar en el Centro de interpretación o telegestión

| Código         | Cantidad Ud. | Descripción   | Precio  | Importe (euros) |
|----------------|--------------|---|---------|-----------------|
| <b>03.01.O</b> |              | <b>Ordenador.</b><br>Ud. Suministro e instalación de ordenadores para el centro de telegestión con unos requisitos mínimos que se detallan en el Pliego de Condiciones. Se necesitarán 2 ordenadores. El ayuntamiento deberá contratar una línea ADSL para que llegue la conexión a Internet al centro de telegestión. El lugar del centro de telegestión se decidirá por el Contratista y el Autor del Proyecto.                     |         |                 |
| 03.01.01       | 2Ud.         | Ordenador para el centro de telegestión:<br>Dell OptiPlex 780 Desktop   | 895,62€ | 1.791,24€       |
| <b>03.01.A</b> |              | <b>Conexión ADSL.</b><br>Ud. Suministro del Router/Módem WIFI para conexión con la Red de Control mediante TCP/IP. Se necesitará 1 Router/Módem WIFI. El ayuntamiento deberá contratar una línea ADSL para que llegue la conexión a Internet al centro de telegestión.  |         |                 |
| 03.01.02       | 1Ud.         | Router/Módem WIFI: Router WIFI Cisco 877W   | 448,28€ | 448,28€         |
| <b>03.01.S</b> |              | <b>Sistema de Alimentación Ininterrumpida.</b><br>Ud. Suministro Sistema de alimentación ininterrumpida para los equipos de corriente alterna críticos del centro de telegestión como el ordenador y el Router/Módem WIFI. El centro de telegestión dispondrá de un sistema autónomo de alimentación ininterrumpida (SAI) con baterías para que, en caso de corte, de caída de tensión o sobretensiones, el sistema siga funcionando. |         |                 |
| 03.01.03       | 1Ud.         | Sistema de alimentación interrumpida:<br>APC Back-UPS CS 500Va, 230V(Schneider)   | 89,99€  | 89,99€          |

**Subcapítulo 3.1 Elementos a instalar en el Centro de telegestión** **2.329,51€**

**Subcapítulo 3.2 Instalación y configuración de los elementos en el centro de telegestión** **232,95€**

**Total capítulo 3. Centro de telegestión** **2.562,46€**



## 1.10 Resumen del Presupuesto.

### RED DE CONTROL LONWORKS.

Elementos a instalar en la Red de Control..... 72.150,01€

### ARAMARIO CENTRAL DE COMUNICACIONES.

Elementos a instalar en el Armario Central de Comunicaciones..... 2.752,99€

### CENTRO DE INTERPRETACIÓN O TELEGESTIÓN.

Elementos a instalar en el Centro de interpretación o telegestión. .... 2.329,51€

CONEXIÓN E INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS..... 7.723,25€

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL..... 84.955,76€**

Gastos Generales 13%..... 11.044,25€

Beneficio industrial 6%..... 5.097,35€

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE CONTRATO..... 101.097,36€**

18% I.V.A ..... 18.197,52€

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN 119.294,88€**

El presupuesto total de ejecución de material de las obras asciende a **84.955,76€**, siendo el presupuesto total de ejecución general, incluyendo gastos generales, beneficio industrial y el I.V.A, de **119.294,88€**.

El Proyecto de instalación del sistema de alumbrado público de la urbanización de Entremutilvas asciende a **CIENTO DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON OCHENTA Y OCHO EUROS**.

Pamplona, Junio del 2012

El autor del proyecto

Marta Conte Sorribas  
Ingeniero de Telecomunicación



Universidad Pública de Navarra  
24 de Agosto de 2012

# APLICACIÓN DE SOLUCIONES DOMÓTICAS Y DE TELECOMUNICACIONES PARA LA GESTIÓN Y EL CONTROL DE SERVICIOS URBANOS

Autor: Marta Conte Sorribas  
Tutor: Ignacio R. Matías Maestro

Ingeniería de Telecomunicación  
Proyecto Final de Carrera



## OBJETIVOS DEL PROYECTO.

- ◆ El proyecto se basa en el concepto de Smart City, describe el desarrollo de ciudades innovadoras y sostenibles y se especifican las funcionalidades que se pueden llevar a cabo en una ciudad. En concreto, se estudiarán modelos de gestión y control del alumbrado público que representa el mayor gasto energético de una ciudad, más del 50%-60% sin considerar gastos de mantenimiento y reposición.

## ÍNDICE.

- ① Introducción.
- ② Antecedentes y generalidades.
- ③ Servicios de una Smart City.
- ② Estudio proyectos realizados.
- ③ Estudio sistemas de alumbrado público.
- ⑥ Conclusiones.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las ciudades han pasado a desarrollar un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico al concentrarse población y actividad económica en los núcleos urbanos:

- Un 70% de la población mundial vivirá en ciudades para el año 2050.
- Las necesidades de la población (comida, energía, agua y recursos naturales) crecen exponencialmente.

Generan un fuerte impacto en el consumo energético, generación de residuos y emisión de CO<sub>2</sub>, unidos a la escasez de recursos energéticos.

**TODOS ELLOS HACEN QUE NUESTRO ACTUAL MODELO ENERGÉTICO NO SEA SOSTENIBLE.**


*Introducción*

Algunas ciudades ya están colocando los primeros pilares para construir las urbes del futuro:  
**LAS SMART CITIES O CIUDADES INTELIGENTES.**

Son proyectos que pueden ir desde modelos de gestión energética, hasta la implantación de sistemas de información y de comunicaciones para la gestión y el control remoto de servicios urbanos.

**La Comunidad Europea aprobó en el 2008 el Plan 20-20-20**, que tiene como objetivo para el 2020:

- Aumentar la eficiencia un 20%.
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> un 20%.
- Aumentar las renovables otro 20%.



## ÍNDICE.

① Introducción.

② Antecedentes y generalidades:

- Smart City o Ciudades Inteligentes.
- Smart Grids o Redes Eléctricas Inteligentes.

③ Servicios de una Smart City.

③ Estudio proyectos realizados.

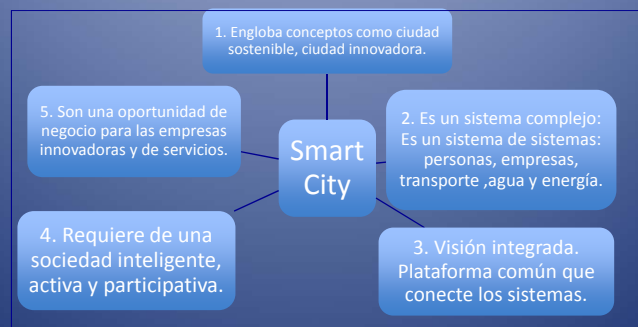
④ Estudio sistemas de alumbrado público.

⑥ Conclusiones.

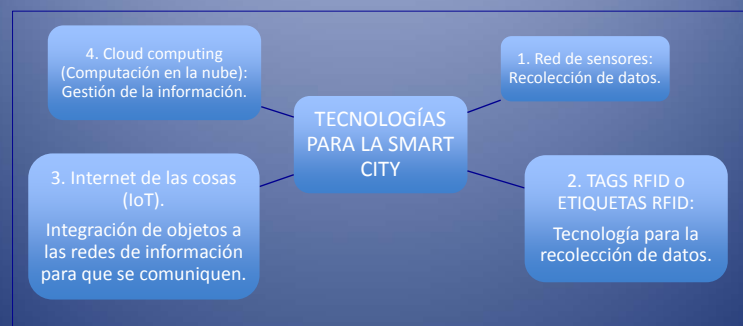
Antecedentes y generalidades: Smart City

## ¿Qué es una Smart City?

Una **Smart City** es una ciudad comprometida con su entorno, donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, mejorando la calidad de vida.

Antecedentes y generalidades: Smart City

El avance de la tecnología y la innovación en materiales hacen posible el desarrollo de la Smart City.

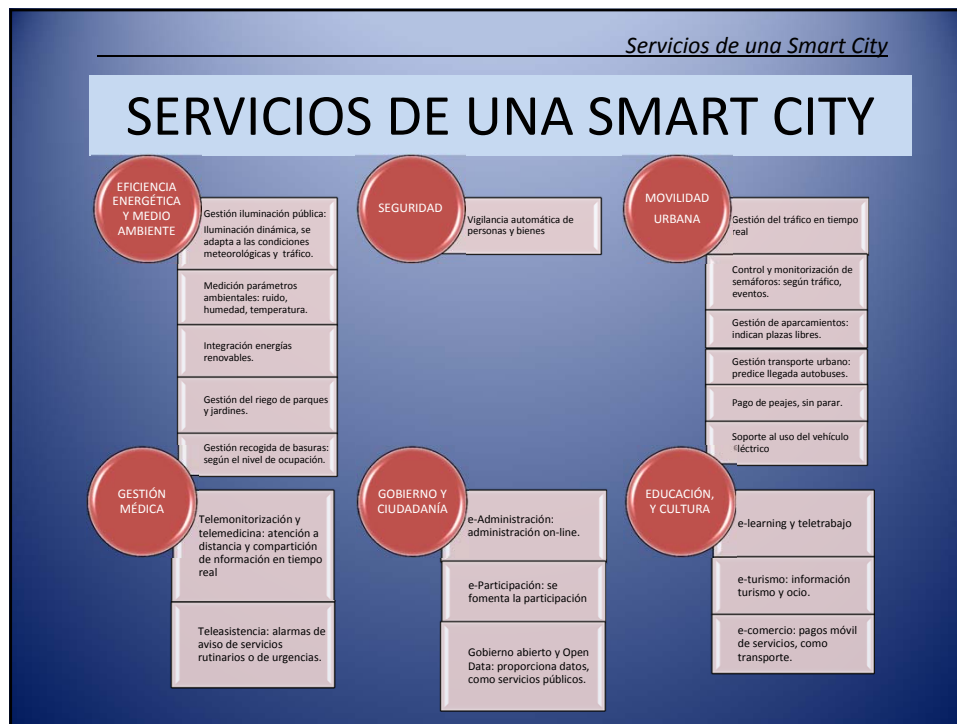






## ÍNDICE.

- ① Introducción.
- ② Antecedentes y generalidades.
- ③ Servicios de una Smart City.
- ④ Estudio proyectos realizados.
- ⑤ Estudio sistemas de alumbrado público.
- ⑥ Conclusiones.



## ÍNDICE.

- ① Introducción.
- ② Antecedentes y generalidades.
- ③ Servicios de una Smart City.
- ④ Estudio de proyectos realizados.
- ⑤ Estudio sistemas de alumbrado público.
- ⑥ Conclusiones.

*Proyectos realizados*

## 4. ESTUDIO DE PROYECTOS REALIZADOS

Dos ejemplos de los proyectos de Smart City que se están realizando actualmente son:

- **Dentro del Urbanismo inteligente y Eficiencia energética: MÁLAGA**

Ha implantado redes eléctricas inteligentes.

- **Dentro del área de transporte y movilidad: ESTOCOLMO.**

Ha instalado un innovador sistema de peaje por entrar en la ciudad, el importe depende de la hora del día y de la congestión del tráfico. Está basado en etiquetas de identificación por radiofrecuencia. Reduce el tráfico en un 20% y las emisiones contaminantes en un 12%.

## ÍNDICE.

- ① Introducción.
- ② Antecedentes y generalidades.
- ③ Servicios de una Smart City.
- ④ Estudio proyectos realizados.
- ⑤ Estudio sistemas de alumbrado público.
- ⑥ Conclusiones.

## ESTUDIO SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

Existen múltiples soluciones pero ¿cuál es el método más eficiente y viable económicamente con el cual reconstruir el alumbrado público?.

### ① CAMBIO LUMINARIAS:

| VSAP  | LED   |
|---|---|
| + Tecnología madura                                     | + Mayor ahorro energético (de hasta un 60%) y de mantenimiento (40%). |
| - CRI pobre   | + Mayor vida útil y respeto del medioambiente                         |
| - contienen materiales peligrosos como mercurio y plomo | + Buen rendimiento y confort visual óptimo                            |

### ② REGULACIÓN, tecnologías de reducción de flujo:

- Balastos electrónicos de doble nivel de potencia (en luminaria).
  - Permiten mantener la lámpara a plena potencia o a potencia reducida.
  - Reducción del flujo a un 50% a partir de cierta hora de la noche cuando disminuye la densidad vehicular.
  - **Principal inconveniente:** Poca flexibilidad en la regulación.
  - Con un sistema de telegestión: ahorro energético del 35%, de mantenimiento un 33%.
- Balastos electrónicos regulables (en luminaria):
  - Permiten reducir la potencia de forma continua.
  - Más ventajas: son más flexibles, aportan simplicidad (menos cableado), aumentan la vida útil de la lámpara, ahorran más energía, son más seguros.
  - Ahorro energético con un sistema de telegestión de un 50% y de mantenimiento del 70%

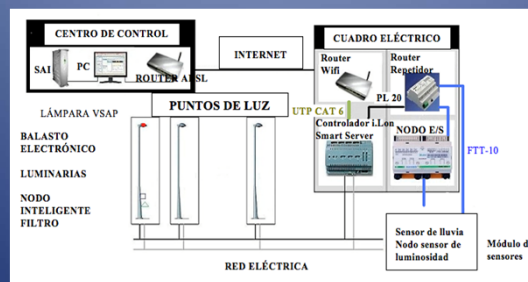
*Estudio sistemas alumbrado público*

Todos ellos controlados por un sistema inteligente de telegestión que enciende las luminarias en función de:

- La luminosidad, con el uso de reloj astronómico y célula fotoeléctrica.
- La programación horaria, a través de la red de control basada en la tecnología LonWorks.

La red de control permite:

- La gestión de las luminarias punto a punto.
- Gestión y seguimiento del sistema desde el centro de control o desde cualquier lugar del mundo a través de Internet.

*Estudio sistemas de alumbrado público*

### ③ SISTEMA DE TELEGESTIÓN CON LÁMPARA LED Y ENCENDIDO LÓGICO.

- Solución puntera en la instalación de alumbrado público. Aumenta el nivel de iluminación sólo cuando surge la presencia de vehículos o personas o en función de las condiciones meteorológicas.
- Importantes ahorros en consumo de energía y en costes de alumbrado y de mantenimiento (de hasta un 70%-80%).
- Actúa sobre LEDs → Por respuesta inmediata (encendido instantáneo al 100%)
- Se instalan en las luminarias sensores de presencia, que se comunican inalámbricamente.
- **Funcionamiento:**
  - Hasta las 22:00, si no hay luz suficiente, las lámparas funcionan al 100% de su potencia .
  - A partir de esa hora baja al 30%.
  - En caso de detección, suben al 80%.

*Estudio sistemas de alumbrado público*

## COMPARACIÓN CONSUMO ENERGÉTICO Y COSTE DEL ALUMBRADO PÚBLICO PARA CADA UNA DE LAS OPCIONES.

Partimos de los siguientes datos:

• Nº de habitantes del municipio: 6.000, nº de puntos de luz: 299.

• Horas de funcionamiento del alumbrado público : 4.234h/año.

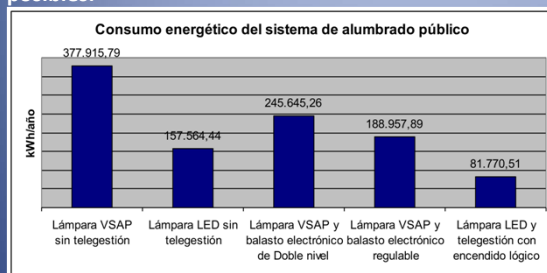
• Consumo al año:

- Con lámparas VSAP: 87,33kW/año.
- Con lámparas LEDs: 36,42kW/año.

• Tarifa eléctrica, con una media de 0,1481331€/kWh.

*Estudio sistemas de alumbrado público*

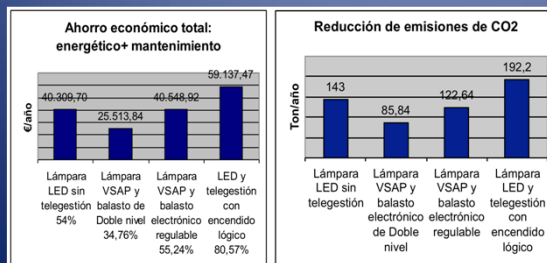
Consumo energético del sistema de alumbrado público con cada una de las soluciones posibles.



El sistema de alumbrado público con lámparas LEDs y encendido lógico:

• Más eficiente, reduce el consumo de energía en un 78,36% respecto al sistema basado en lámparas VSAP.

Ahorro económico y reducción de emisiones de CO2.



• Se consigue el mayor ahorro económico (ahorro energético + ahorro mantenimiento, 80,57%).

• Reducción de emisiones de CO2 que contribuye en el cuidado del medio ambiente.

*Estudio sistemas de alumbrado público***AMORTIZACIÓN**

Amortización económica para cada una de las soluciones posibles:

|                      | VSAP + Balastos de doble nivel de potencia + Telegestión | VSAP + Balastos regulables + Telegestión | LED + Driver + Telegestión con encendido lógico |
|----------------------|--|--|---|
| Inversión total (€)  | 84.955,76  | 135.587,07                               | 441.601,34                                      |
| Ahorro total/año (€) | 25.513,84  | 40.548,92                                | 59.137,47                                       |
| Amortización         | <b>3,32 años</b>   | <b>3,19 años</b>                         | <b>7,46 años</b>                                |

- Amortización rápida.
- Inversión inicial no muy elevada.
- Inconveniente: Poca flexibilidad en la regulación.
- Amortización rápida.
- Inversión elevada.
- Inconveniente: Luminarias VSAP.
- Inconveniente: Inversión inicial muy elevada.
- Gran ahorro y reducción contaminación.

*Conclusiones***CONCLUSIONES**

En definitiva, las ciudades se enfrentan a uno de sus mayores desafíos: SER SOSTENIBLE A LARGO PLAZO, tanto en cuanto a factores económicos como medioambientales.

El sistema de alumbrado público descrito anteriormente queda abierto a otras aplicaciones futuras como la telegestión del sistema de riego de parques y jardines y el control inteligente del tráfico.

Además, permite servicios de valor añadido integrables a bajo coste como son:

Paneles publicitarios iluminados y punto de información al usuario.

Internet WI-FI (las farolas son repetidores WIFI).

Vídeo vigilancia.

Zonas de recarga de vehículos eléctricos.



MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN